

La règle à élimètre

La règle à calcul

Les opérations faites à la règle à élimètre les topographes sont amenés à calculer les quantités suivantes :

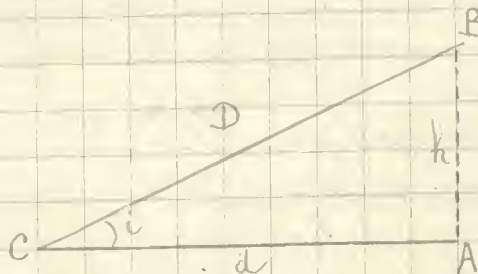
$p = ab$ (produit de 2 nombres)

$L = D \cos I$ (réduction d'une distance à l'horizon.)

$h = D \sin I$ (Calcul de la différence de niveau)

→ Entre les points A et B connaissant la distance suivant la pente entre ces 2 points :

$h = L \sin I$ (calcul de la différence de niveau réduite à l'horizon.)



Ces calculs se font avec la règle à calcul.

C'est tout ce qu'il faut montrer comment il faut procéder et comment aussi on peut faire les calculs inverses :

$$D = \frac{p}{\sin I}$$

$$b = \frac{p}{a}$$

$$L = \frac{h}{\sin I}$$

$$D = \frac{L}{\cos I}$$

Description de la règle à calcul

Elle se compose de la règle proprement dite et de la règle qui peut coulisser dans la règle. Les règles de la règle et de la règle qui se font voir à voir portent chacune une échelle graduée comme il est indiqué ci-dessous.

1^{re} L'échelle inférieure de la règle ou échelle des produits portant une graduation chiffrée de gauche à droite dont les divisions sont proportionnelles aux logarithmes des nombres, la chiffrisation indique la valeur du nombre correspondant.

2^{de} L'échelle inférieure de la règle ou échelle des distances portant une graduation

identique à la précédente.

13^e L'échelle des tangentes ou échelle supérieure de la règle porte une graduation dont les divisions sont proportionnelles aux logarithmes des tangentes des angles de 3° à 50°.

La chiffraison est double : la chiffraison supérieure qui va de droite à gauche forme l'échelle des tangentes et la chiffraison inférieure celle des cotangentes.

14^e L'échelle supérieure de la règle ou échelle des sinus porte une graduation dont les divisions sont proportionnelles aux logarithmes des sinus de 3° à 100°.

La chiffraison est double : la chiffraison inférieure de gauche à droite correspond aux sinus, la chiffraison supérieure aux cotangentes.

Les indices

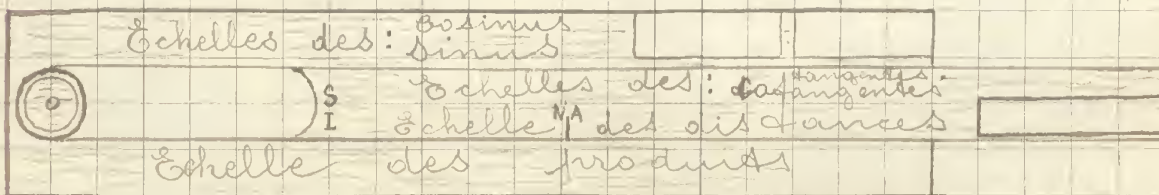
Sur l'écaille des distances se trouvent l'indice l'un marqué I l'autre NA.

Sur l'échelle des sinus se trouvent de même l'indice marqué T et dont l'un se confond avec le trait 100° de l'échelle des sinus (ce trait servira plus loin leur emploi).

Les tableaux

Sur la règle se trouvent 2 tableaux qui servent au placement de la virgule dans les résultats obtenus.

Un troisième tableau sur la règle sert au calcul de l'erreur de niveau apparent.



Emploi de la règle à calcul.

Dans toutes les opérations faites à la règle à calcul on fait d'abord abstraction de la place des virgules dans les nombres donnés, on lit le résultat chiffre par chiffre sans essayer de lire le nombre, puis on place la virgule comme il sera indiqué plus loin.

Il faut également bien faire attention que dans toutes les échelles les divisions sont inégales et n'ont pas les mêmes valeurs d'un bout à l'autre de la règle. En lisant chiffre par chiffre on évite les erreurs provenant de ce fait.

Règle générale.

Le résultat d'un produit se lit toujours sur l'échelle des produits, le résultat d'une division se lit toujours sur l'échelle des distances.

Calcul d'un produit.

$$P = ab$$

Règle. Amener l'index I de l'échelle des distances en face la division "a" de l'échelle des produits. En face de la division "b" de l'échelle des distances lire le résultat sur l'échelle des produits.

En effet par construction:

$$OI = \log a + Ib = \log b \text{ donc } Ib = \log a + b = \log p.$$

Calcul du produit d'un nombre par un sinus

$k = D \sin i$. Il y a à distinguer suivant que l'angle i est plus grand ou plus petit que 39° .

a) L'angle est plus petit que 39° .

Règle. Amener l'index I de l'échelle des distances en regard de la division "i" de l'échelle des produits. Le nombre "i" étant le nombre de minutes compris dans l'angle donné. En face de la division D de l'échelle des distances lire le résultat sur l'échelle des produits.

En effet quand l'angle i est plus petit que 39° . On admet que le sinus

est proportionnel à l'angle c'est à dire
que $\sin i = 1$ donc $\sin i' = 1 \sin i$ donc $h = D$

Or par construction :

$$I i' = \frac{\log 1}{\sin i'} \text{ donc } O i = \log i - \log \frac{1}{\sin i} =$$

$$\log h.$$

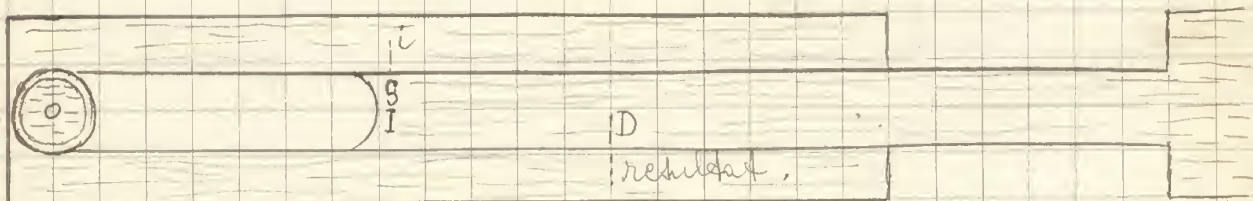
b) L'angle est plus grand que 39° .

Règle : Amener le trait I de l'échelle des distances en regard de la division i de l'échelle des sinus. En face de la division D de l'échelle des distances lire le résultat sur l'échelle des produits.

En effet par construction :

$$O i = \log \sin i \quad D = \log D$$

$$\text{donc } OD = \log \sin i + \log D = \log h.$$



Calcul du produit d'un nombre par un cosinus

On opère comme pour le produit d'un nombre par un sinus plus grand que 39° en prenant la division i sur l'échelle des cosinus (graduation supérieure de l'échelle des sinus)

Calcul du produit d'un nombre par une tangente

$$h = D \tan i.$$

Il y a 2 cas à considérer suivant que l'angle est plus grand ou plus petit que 39° .

a) L'angle est plus petit que 39° .

On admet donc ce cas que la $49^\circ =$ le sinus. On est donc ramené au cas du produit D ainsi que d i est plus petit que 39° .

b) L'angle i est plus grand que 39° .

Amener la division i de l'échelle des tangentes en face de l'index T de l'échelle des sinus; en face de la division " d " de l'échelle des distances lire le résultat sur l'échelle des produits.

En effet par construction: Quand l'index T est en regard de la division 39 de l'échelle des tangentes

On a:

$0i = \log \tan 39$ Quand on l'avance jusqu'en I on a donc $0I = \log \tan I$ on a aussi $I = \log d$ donc $0d = \log \tan I + \log d = \log b$.

Division d'un nombre par un autre ($b = \frac{p}{a}$)

Amener la division I de l'échelle des distances en regard de la division " a " de l'échelle des produits. En face de la division P de l'échelle des produits lire le résultat sur l'échelle des distances.

Division d'un nombre par un sinus ($d = \frac{h}{\sin i}$)

Il y a à considérer suivant que l'angle est plus petit ou plus grand que 39 .

1° L'angle est plus petit que 39 .

Amener l'index I sur de l'échelle des tangentes. En face de la division h de l'échelle des produits lire le résultat sur l'échelle des distances.

2° L'angle i est plus grand que 39 .

Amener le trait I de l'échelle des distances en regard de la division " h " de l'échelle des produits lire le résultat sur l'échelle des distances.

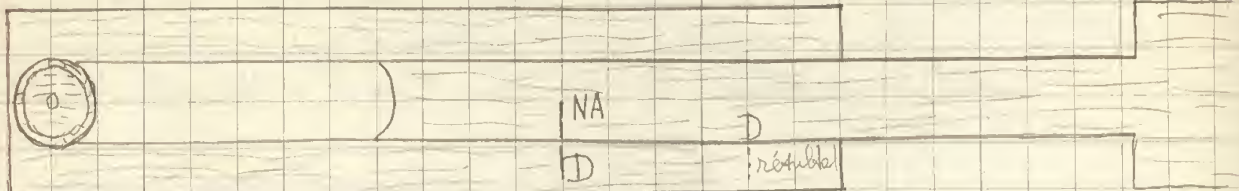
On trouvera de la même manière:

$$D = \frac{d}{\cos i} \quad d = \frac{h}{\tan i}$$

Calcul de l'erreur de niveau apparent.

C'est l'erreur due à la sphéricité de la terre et à la réfraction des rayons lumineux, dans la détermination de l'altitude d'un

visé éloigné : Elle est donnée par la formule : $NA = D^2 \frac{1}{151,75}$ où D est la distance exprimée en Km.



Amener l'index NA de l'échelle des distances en regard de la division D de l'échelle des distances produits. En face de la division D de l'échelle des distances lire le résultat sur l'échelle des produits.

En effet par construction :

$I NA = \log 151,75$ donc :
 $OD = \log D - \log 151,75 + D^2 \frac{1}{151,75} = \log NA$

Manière de placer la virgule

Pour placer la virgule il faut se reporter au petit tableau qui se trouve sur la règle et se ou sur la règle.

Un premier tableau qui sert pour les multiplications ou les divisions par un sinus et par un cosinus donne les valeurs des angles dont le sinus est égal à 0,01, 0,1 et 1.

angles	63°7'	69°38'	100°
sinus	0,01	0,1	1

Si donc l'angle i est compris entre 63°7' et 69°38' son sinus est entre 0,01 et 0,1 (Et par suite le produit $h = D \sin i$ est compris entre 0,01.D et 0,1.D. On place la virgule en conséquence.

Un second tableau permet de calculer de même pour les produits d'un

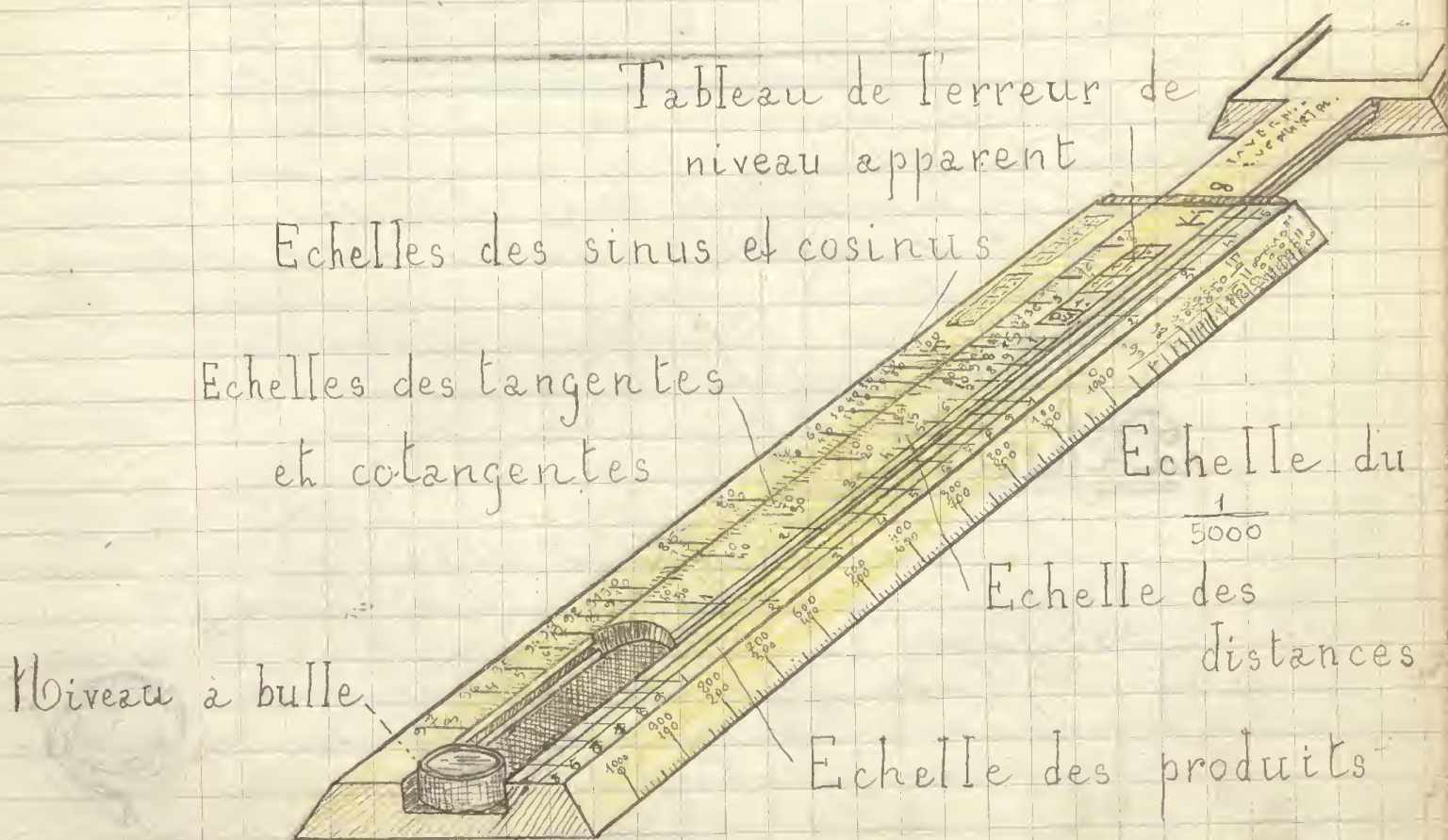
nombre par la tangente.

Calcul de l'erreur de niveau apparent

Pour le calcul de l'erreur de niveau apparent un troisième tableau donne les distances pour lesquelles cette erreur est égale au 0,01 et 0,1 de cette distance (en mètre). On s'en sert comme du tableau des sinus.

On peut prolonger les tableaux relatifs au sinus et au tangentes pour les très petits angles en remarquant que les sinus et tangentes de ces petits angles, étant proportionnels aux angles on doit avoir pour un angle de $6'34''$: $\sin 6'34'' = 0,00114637 = 0,001$

La règle à calcul donne des résultats au $\frac{1}{3000}$ près.



Généralités

La topographie dans son sens le plus général est la science qui a pour objet l'établissement et l'emploi des cartes.

Une carte est la représentation sur un plan des détails naturels et artificiels qui se trouvent à la surface du sol, ainsi que la configuration de cette surface.

La topographie fait partie de la science militaire. Il faut au grade un image du terrain pour préparer, diriger exécuter les opérations militaires comme il faut un plan à l'ingénieur le projet de ses travaux et en assurer l'exécution.

Etait il ne suffit pas suivant l'expression consacrée de savoir lire la carte il faut encore savoir effectuer sur le terrain et sur les cartes certaines opérations de mesure et de dessin, certaines opérations topographiques.

Ces opérations sont identiques dans leurs principes à celles qui servent à l'établissement de la carte. Nous voyons ainsi que nous ne pouvons pas faire d'étude de l'utilisation des cartes indépendamment de celles de leur établissement et nous voyons que la science topographique doit s'étendre à tout le domaine de la topographie.

Définitions

La terre est un corps sphérique isolé dans l'espace qui tourne autour du soleil en 365 jours $\frac{1}{4}$ et sur elle même en 24 heures.

L'axe de la terre est une droite fictive autour de laquelle elle effectue ce mouvement de rotation.

Leur point en cet axe perce le globe terrestre sous les pôles.

Pour fixer la position d'un point à la surface de cette sphère les géographes ont tracé des cercles brisant un canevas.

Imaginons un grand cercle faisant le tour de la sphère à égale distance des pôles nous aurons l'équateur terrestre. Les cercles plus petits parallèles à l'équateur et s'étageant jusqu'aux pôles ont reçu simplement le nom de parallèles.

Supposons maintenant qu'il s'agisse de fixer la position d'une ville, voyons quel service vont nous rendre ces cercles. La ville sera située soit du côté du pôle nord soit du côté du pôle sud nous diront quel le est dans l'hémisphère boréal ou austral.

De l'équateur aux pôles en allant par le plus court chemin nous décrirons un quart de circonférence soit 90° ou 100° .

Latitude D'un lieu

Le nombre de degré ou de grades dont la ville est éloignée de l'équateur s'appelle latitude.

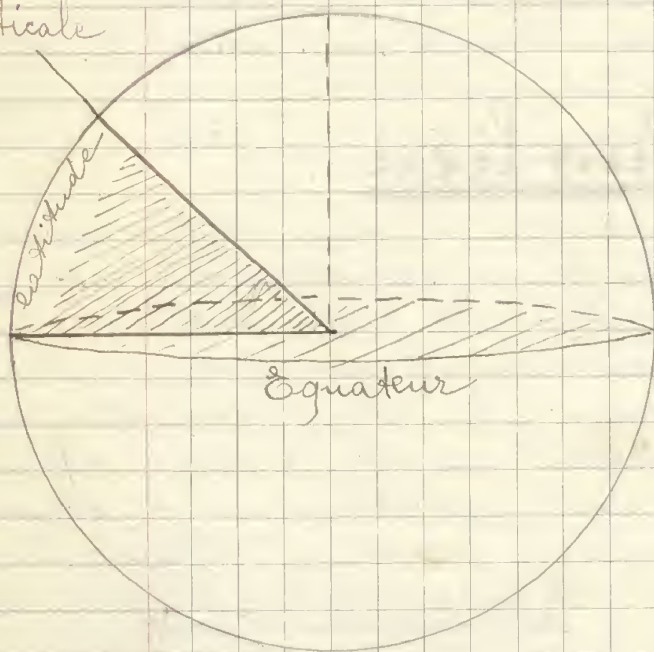
Exemple: Albeville est distante de l'équateur de 50° . Nous diront que la latitude d'Albeville est de 50° . Ou encore qu'Albeville est située sur la $50^{\text{ème}}$ parallèle où la latitude est boréale.

La mesure que nous nous éloignons de l'équateur le chiffre indiquant la latitude augmente il atteint 90° ou 100° qui est la latitude du pôle. Nous pouvons donner de la latitude une autre définition. Considérons en effet un voyageur munit d'un fil à plomb et marchant de l'équateur vers le pôle. Le fil à plomb nous le savons tend vers le centre de la terre la direction indique la verticale. Mais il faut se regarder la figure pour voir qu'à chaque instant la position du fil à

plomb de notre observateur changera
suivant son déplacement par rapport à
l'équateur. L'angle formé par la verticale
avec le plan de l'équateur s'accroîtra
sans cesse en allant vers le pôle où il
atteindra 90° ou 100° .

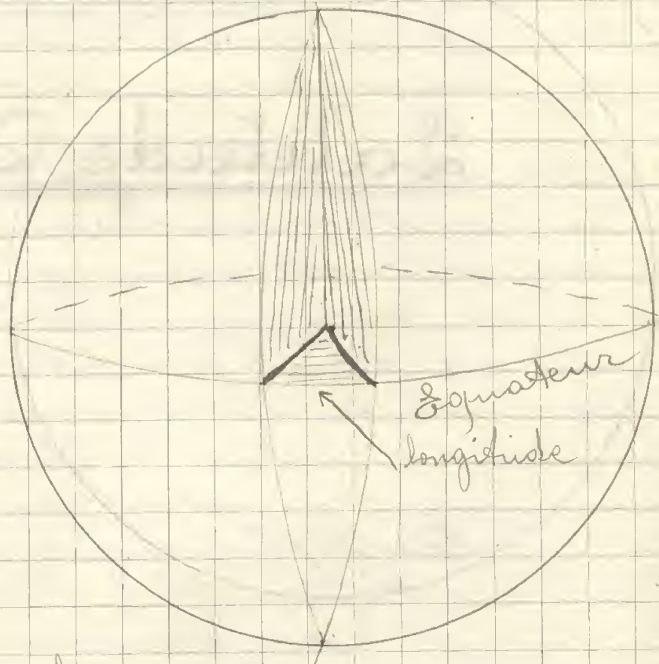
Notre verticale en chaque lieu peut
donc être regardée comme un rayon de
la terre et les arcs comptés sur sa circonfe-
rence correspondant aux angles au centre
nous voyons qu'au lieu de mesurer la latitude
par l'arc parcouru nous pouvons tout aussi bien
et mieux l'évaluer par l'angle que forme
la verticale du lieu avec l'équateur.

verticale



latitude
d'un
lieu

Pôle



longitude
d'un
lieu

Longitude d'un lieu

Ce là ne saurait suffire d'ailleurs pour fixer la position d'un point il n'y a pas qu'Algerville sur le 50^{ème} parallèle. Il faut donc pouvoir même sur un parallèle distinguer un lieu d'un autre c'est pourquoi on a imaginé des cercles passant par les pôles qui coupent par conséquent les parallèles et l'équateur et qui s'appellent méridiens.

L'arc de cercle (compte en degrés) compris entre le méridien d'un lieu et un premier méridien arbitrairement choisis nous fournit donc un second nombre qui déterminera définitivement la position du lieu sur le globe c'est ce que les géographes appellent longitude.

Méridien origine

Cette détermination du premier méridien ou méridien origine a donné lieu à diverses reprises à des compétitions fort curieuses entre les différents peuples. Chaque nation a voulu posséder le premier méridien.

Autrefois on avait adopté celui qui passe par l'île de Fer la plus occidentale des canaries. c'était à bord la limite du monde connu.

Pendant longtemps le méridien de Paris qui passe par l'observatoire de cette ville a eu la prédominance.

Mais en ce moment le méridien anglais traversant l'observatoire de Greenwich près de Londres tend à prévaloir et à devenir international.

Quoi qu'il en soit de ces rivalités on conçoit qu'au point de vue scientifique et pratique il suffit de s'entendre et de désigner le méridien origine pour fixer la position d'un point de la terre d'une façon précise.

La latitude et la longitude sont les coordonnées géographiques nécessaires à cet effet.

Etablissement Des cartes

Systèmes de projections.

Il faut savoir que la carte est la représentation sur un plan de la surface terrestre. Mais cette surface étant sphérique et sillonnée par des mouvements de terrain il est impossible de la figurer sur un plan sans la déformer. On construit une carte en faisant correspondre à chaque point de la surface terrestre à un point sur le plan suivant une certaine loi à laquelle on donne le nom de système de projections.

Les principaux systèmes de projection sont :

1^o la projection Bonne. (Cette projection a servi à l'établissement de la carte au 100000)

2^o La projection de Clarke.

3^o La projection de Lambert. Actuellement employée pour les levés du service géographique.

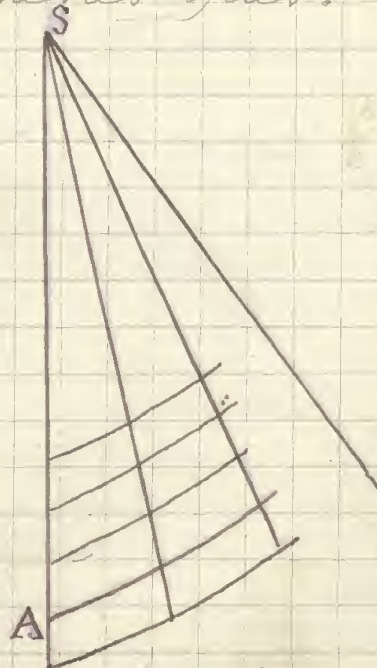
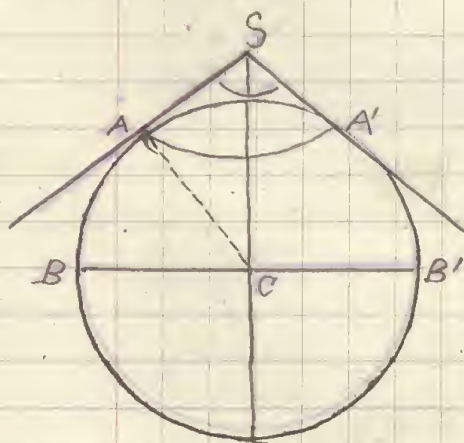
Géodésie.

On commence par déterminer un certain nombre de points judicieusement choisis qui forment le canevas des points géodésiques. et on complète la carte par des opérations topographiques qui s'appuient sur ce canevas.

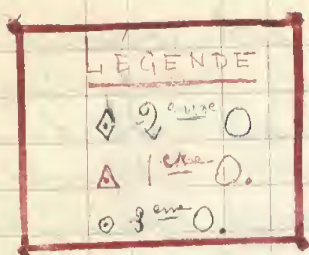
Pour établir ce canevas géodésique, on détermine les coordonnées géographiques d'un point de départ au moyen d'observations astronomiques qui donnent en même temps

L'orientation d'un premier côté servant de base et que l'on mesure avec précision. On mesure ensuite les angles d'une série de triangles s'attachant sur cette base et ayant leurs sommets au point choisi pour former le canevas géodésique; Ces données permettent de calculer la longueur des côtés de ces triangles et par suite les coordonnées géographiques de leurs sommets.

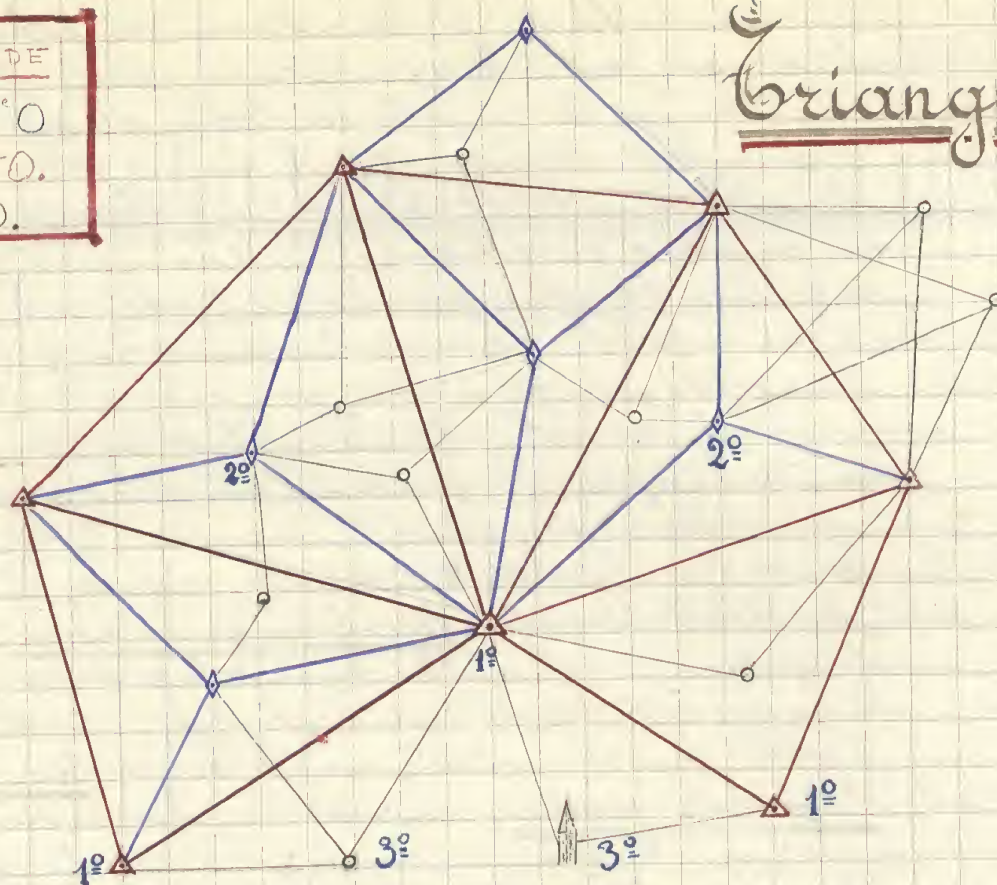
La triangulation d'une région qui comprend d'abord des chaînes de triangles de grandes dimensions (40 à 50 km) qui couvrent toute la région, leurs sommets sont les points de premier ordre qui sont déterminés à 1 ou 3 décimètres près; Ces grands triangles sont remplis par des triangles plus petits dont les sommets sont les points de second ordre, dont la précision est de 9,50 environ. Enfin de tous ces points on s'en sert pour aller y stationner d'autres points remarquables qui obtenus par intersection forment les points de 3^{ème} ordre; ils sont déterminés à 1 ou 2 mètres près.



SYSTÈMES DE PROJECTION. (LAMBERT)



Briangulation



Les opérations topographiques s'appuient sur tous ces points : elles commencent par l'exécution d'un canevas complémentaire établit au moyen de cheminement de précision fait au tachéomètre, et dont les points sont calculés.

Topographie. Echelles.

On appelle échelle d'une carte la réduction due au rapport des dimensions linéaires existant du terrain à la carte. (C'est le rapport entre une longueur mesurée sur la carte et ce qu'elle représente sur le terrain).

On appelle échelle numérique la fraction de la forme $\frac{1}{m \times 1000}$ qui exprime ce rapport et qui signifie :

1^{re} Une longueur mesurée sur le terrain et réduite $m \times 1000$ pour être reportée sur le plan;

2^{de} Qu'une longueur mesurée sur la carte représente une longueur $m \times 1000$ fois plus grande sur le terrain. En particulier, suivant une formule d'application courante, 1 millimètre sur la carte représente m mètres sur le terrain.

L'échelle est dite grande quand petit m est relativement petit ; il faut alors une étendue de papier relativement grande pour représenter une étendue donnée du terrain et inversement pour une échelle petite.

Le choix de l'échelle a une grande importance ; nous verrons par la suite les considérations qui déterminent ce choix dans chaque cas particulier.

Avant de commencer les opérations topographiques proprement dites, qui sont des opérations graphiques, on reproc

se sur la planchette à l'échelle et dans le système de projection adoptées le réseau des méridiens et des parallèles;

On place ensuite tous les points géodésique et les points du canevas tachymétrique dont les coordonnées ont été calculées.

Ce canevas servira à établir la planimétrie et le figure du terrain qui constitue la carte.

Planimétrie.

Signes conventionnels.

La planimétrie d'une carte comprend tous les objets naturels ou artificiels qui sont à la surface du sol; comme beaucoup de ces objets ne pourraient être figurés avec leur véritable aspect ou même avec leur vraie grandeur de l'échelle on a été amené à adopter pour chacun d'eux des signes particuliers qui servent à les représenter: l'ensemble de ces signes particuliers qui forment le tableau des signes conventionnels, variables avec les différentes cartes et les différentes échelles.

Figure du terrain.

On a calculé pour tous les points du canevas géodésique et tachymétrique les côtes d'altitude au dessus du niveau moyen de la mer. Ces côtes permettent de calculer celle de tous les points déterminés graphiquement dans les opérations topographique. Toutes ces côtes sont employées pour figurer le terrain sur la carte au moyen des courbes de niveau.

On appelle courbes de niveau. les courbes d'intersection du terrain par des plans horizontaux équidistants: tous les points d'une même courbe de niveau sont donc à la même altitude. L'équidistance adoptée varie avec l'échelle de la carte; pour le $\frac{1}{10000}$ elle est de 5 mètres, pour le $\frac{1}{50000}$ de 10 mètres.

Les opérations topographiques élémentaires comportent le tracé des directions, la mesure et le rapport des distances, la mesure des pentes pour les levés au $\frac{1}{10000}$, elles se font au moyen de la règle à échimètre.

Comme toutes les opérations, elles sont sujettes à des erreurs.

Fautes et erreurs.

Comme toutes les opérations, elles sont sujettes à des erreurs qui proviennent soit de l'opérateur, soit des instruments employés, soit des méthodes. Les unes sont inévitables, les autres peuvent et doivent être évitées: Il est nécessaire d'entrer à ce sujet dans quelques détails.

Nous distinguerons d'abord nettement les erreurs proprement dites des fautes.

Les fautes proviennent de l'opérateur soit des instruments employés soit des méthodes.

Les unes sont inévitables. Les fautes proviennent de l'opérateur et sont toujours évitables, par exemple: il y a faute dans une mesure de distance à la chaîne d'arpenteur quand on oublie de compter une fiche la distance fournie est erronée de 10 mètres.

Il y a faute quand on fait une mesure de pente à la règle à échimètre en oubliant de caler le niveau.

- 1^o Les erreurs proprement dites sont de 2 sortes.
1^o Les erreurs systématiques sont de 2 sortes.
2^o Les erreurs accidentelles.

Les premiers affectent toujours dans le même sens pour fausser le résultat et peuvent devenir fort importantes quand on répète un grand nombre de fois la même opération.

Par exemple: dans une mesure de distance à la chaîne si on opère avec une chaîne trop courte de 0.^m02 chaque portée de chaîne ajoute au total une erreur de même valeur; il en est de même si on mesure des distances avec une stadia n'ayant exactement 2 mètres ou avec une règle à l'élimètre mal réglée.

On aura également une erreur systématique si l'aide à la chaîne plante toujours la fiche obliquement dans le même sens.

Pour éviter les erreurs systématiques il faut donc vérifier avec soin les instruments employés pour s'assurer de leur exactitude et de leur bon réglage et corriger les ^{moyennes} mêmes opérations qui sont défectueuses.

Les erreurs accidentelles sont inévitables elles proviennent soit de l'imperfection des instruments soit de l'imperfection de l'opérateur.

Par exemple pour reporter une longueur sur la planchette on commettra toujours une erreur soit dans un sens soit dans l'autre car on ne peut guère évaluer à l'œil une longueur inférieure à $\frac{1}{10}$ de millimètre. Si l'on reporte plusieurs longueurs à la suite les unes des autres les erreurs pourront soit s'ajouter soit se compenser en partie. On démontre que l'erreur totale pour un nombre n d'opération est égal à l'erreur moyenne multipliée par \sqrt{n} .

Les opérations et les instruments ont

donc été choisis de façon que l'on puisse obtenir le degré de précision exigé pour le travail c'est à dire qu'en aucun cas l'erreur totale ϵ_{TN} ne dépasse une limite donnée. Si donc dans une opération quelconque on obtient pas la précision requise cela provient soit d'une faute soit de l'accumulation d'erreurs systématique dues à l'emploi d'instruments mal vérifiés ou non réglés soit d'une erreur dans l'application de la méthode, en d'autres termes cela provient uniquement de l'opérateur.



Description Des instruments employés pour les levés au $\frac{1}{10000}$

Les instruments employés pour l'exécution des levés aux grandes échelles sont :
la planchette et sa couverture,
le pied de planchette, le déclinatoire, la règle
à échimètre, le jalony-mire et ses viseurs, et di-
verses accessoires.

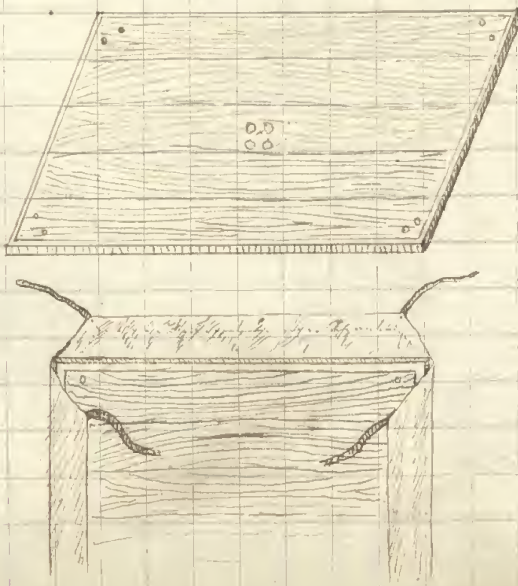
Planchette et couverture

La planchette est une tablette rectan-
gulaire en bois, bien dressée, sur laquelle on
fixe la feuille de papier à dessin du levé.

Les dimensions les plus couramment
employées sont : $0^m,40 \times 0^m,40$, $0^m,40 \times 0^m,50$
et $0^m,50 \times 0^m,60$; la planchette $0^m,50 \times$
 $0^m,60$ servant plus spé-
cialement pour les levés
aux grandes échelles.

La tablette formée de
travaux de sapin
bien sec, collés sur 3 é-
paisseurs à fibres contra-
riées et assemblés à tenons
et mortaises dans un
cadre en bois dur.

La planchette est per-
cée dans les angles et
sur ses bords de trous
circulaires convenable-
ment disposés pour



fixer le déclimatoire et l'étui de la règle à l'éclimètre. La face inférieure porte en son centre une plaque de bronze percée d'une ouverture circulaire et d'une rainure permettant de fixer la planchette sur son support.

Une couverture imperméable en toile ou en molleton, s'attachant sur la planchette au moyen de quelques cordons, protège le dessin en cas de pluie ou pendant les transports.

Pieds de planchette

Le support de la planchette est constitué par un trépied en chêne, à 3 branches doubles articulées sur un plateau au moyen de 3 boulons à ergot en bronze dont on vérifie l'état ou moins les écrous à visserie pour assurer la stabilité de l'ensemble.

Chaque branche double est munie à son extrémité d'une pointe en cuivre ou en fer. Une courroie en cuir fixée à l'une d'elle les maintient serrées l'une contre l'autre pendant les transports.

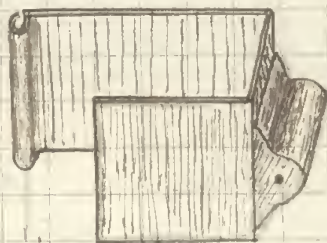
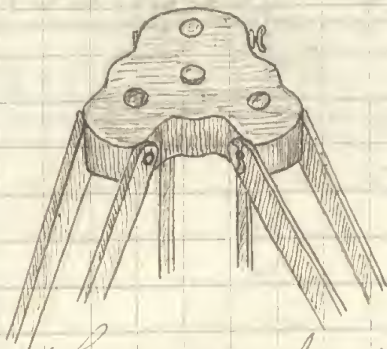
Le plateau est percé en son centre d'un trou avec rainure traversée par un boulon à ergot en bronze.

La tige de ce boulon est terminée à une extrémité par un méplat circulaire formant tête, venue de fonte et à l'autre extrémité par un crochet auquel on peut suspendre un fil à plomb.

Quand on veut fixer la planchette sur son pied, on la porte de telle sorte que le méplat circulaire du boulon central pénètre dans l'ouverture cir-

circulaire de la plaque de bronze finit on l'a fait glisser dans le sens de la rainure de cette plaque. La tête du boulon vient buter contre le fond de la rainure et il suffit pour immobiliser la planchette, de serrer l'écran à oreilles du boulon qui, maintenu par son ergot, ne peut tourner, en desserrant l'écran on rend la planchette mobile pour l'orienter, 3 rondelles de liège posées en triangle sur le plateau du pied donne plus de stabilité à la planchette tout en occultant les mouvements de rotation.

PIEDS de
PLANCHETTE
et plateau



VISEUR

Les pieds les plus généralement employés sont à branches rigides et ont 1^m25 de longueur. Ils sont très stables mais un peu encombrant à transporter, pour éviter cet inconvénient on a construit différents types de pieds dont les branches peuvent se replier; leur longueur n'est que de 0^m70, mais ils sont peu appréciés des topographes et sont beaucoup moins stables que les pieds à branches rigides qui sont préférables surtout qu'on veut exécuter des opérations topographiques précises.

Le Déclinatoire

Le déclinatoire se compose d'une aiguille aimantée, montée sur un pivot

vertical placé au milieu, d'une boîte rectangulaire en bois. Cette boîte est hermétiquement fermée sur la face supérieure par une lame de verre qui est fixée dans une rainure.

Dans les bous déclinatoires la boîte est faite d'une seule pièce de bois: seul un petit côté, maintenant pour 2 vis de cuivre, est rapproché pour permettre le passage de la lame de verre dans ces rainures.

Les 2 petits côtés de la boîte sont munis intérieurement de 2 plaquettes d'ivoire qui portent chacune un trait de repaire noir permettant de repérer exactement la position de l'aiguille.

Chacun des 2 grands côtés est percé de 3 trous servant d'écrou à une vis à bois en laiton à large collet destinée à fixer le déclinatoire sur la planchette. On le fixe dans un des angles de la planchette de préférence dans l'angle nord-ouest en plaçant la vis dans le trou de la planchette qui permet au déclinatoire de ne pas déborder celle-ci (1).

Règle à éclinètre.

Cet instrument se compose d'un éclinètre monté sur l'extrémité d'une règle à coulisse par l'intermédiaire d'une équerre en métal faisant corps avec la coulisse.

Cette règle à coulisse taillée en bois n'est autre qu'une règle à cabul. L'un des bords du côté du niveau porte une graduation en centimètre et en millimètre et une "échelle de cotangente" donnant les écartements des sec-

(1) Certains déclinatoires portent une vis latérale qui permet d'immobiliser l'aiguille pendant les hauts forts.

21
Lignes horizontales qui correspondent
aux diverses pentes. et à l'équidistance
graphique de 1 millimètre, l'autre liseau,
côté de la lunette porte l'échelle "du $\frac{1}{5000}$ "
et 2 échelles de cotangentes." pour des
équidistances graphiques de 2 mm et de
4 mm.

Ces 2 liseaux servent au tracer des
directions des points visés.

Un petit niveau sphérique
est fixé à l'autre extrémité de la règle
et permet de placer la planchette dans
une position sensiblement horizontale.

Sur certaines règles on
a déplacé le petit niveau sphé-
rique pour le fixer sur la tranche
horizontale de l'équerre en métal
de façon à le rendre davantage
solidaire de l'éclimètre.

L'éclimètre

L'éclimètre se compose d'un
(limbe denté) et d'un disque d'alid-
ade mobile autour d'un axe hori-
zontal supporté par l'équerre en
métal; le contact parfait du limbe
et du disque est assuré par un ressort.
à boudin monté sur l'axe horizontal.

Le limbe denté est gradué sur
son pourtour de 10 en 10 degrés. l'inter-
valle de 2 dents valant 5 degrés.

Une lunette coudée permettant d'ai-
re les visées est soudée sur ce limbe.

Le disque alidade porte
18 dents qui viennent s'engager dans
18 intervalles du limbe; la dent supé-
rieure porte une petite flèche repère.

un niveau à bulle d'air est fixé sur ce disque. Une échelle mobile placée au dessus du niveau en permet le réglage.

Une vis de rappel fixée sur l'équerre en métal et butant contre un ergot vissé sur la face extérieure du disque alidade permet de déplacer ce dernier et d'amener la bulle du niveau entre ses repères, par l'intermédiaire des 3 dents du limbe alidade qui s'engrènent dans celles du limbe gradué. La vis de rappel commande également le mouvement du limbe gradué et par suite celui de la lunette pour les visées en hauteur.

La lunette comprend l'oculaire, le corps de la lunette et l'objectif. Un prisme placé près de l'oculaire permet de faire les visées en regardant de haut en bas. Un coulant muni d'une vis qui se déplace le long d'une rainure hélicoïdale permet la mise au point de l'oculaire.

Au foyer de l'objectif se trouve une photographie micrométrique appelée "tableau focal" et présentant l'aspect suivant:

1° Au milieu: un grand trait pointillé sur une partie de la longueur et située dans le "plan vertical de visée". Ce trait sert dans les visées en direction.

2° Sur le côté gauche: Une échelle dite des grades, chiffrée de 0 à 90 et divisée en 50 parties égales. Cette échelle sert à la mesure des angles de pente à un centigrade près.

3° Sur le côté droit: Une échelle stadimétrique verticale divisée en parties inégales servant, au moyen d'un filon-mire à voyant et fixes espacés de 2 mètres à la mesure des longueurs supérieures à 25 mètres.

26
4^o au bas une échelle stadimétrique horizontale servant à la mesure des tangentes supérieures à 40 mètres et utilisée lorsque le jalou-mire ne peut être tenu horizontalement.

5^o Sur le côté droit en haut : 3 traits stadimétrique horizontaux et 3 traits stadimétrique verticaux pour la mesure des distances au moyen d'une mire-paralaxe.

Les angles ont pour tangente $\frac{1}{50}$ et $\frac{1}{100}$.

L'étui.

La règle à éclinètre se transporte dans un étui spécial que l'on fixe sous la planchette au moyen de 3 vis. On ressort muni d'un petit mentonnié maintenant la règle dans l'intérieur de l'étui même lorsque celui-ci est ouvert (1).

Certains étuis comportent extérieurement des alvéoles avec ressort pour le logement de 2 crayons d'un canif, d'une gomme et d'un compas.

Jalon - mire

Les jalons-mires employés pour les levés aux grandes échelles sont :

Le jalon-mire ordinaire.

Le jalon-mire à boussole.

Le jalon-mire de 4 mètres.

Jalon-mire ordinaire.

Le jalon-mire ordinaire a 2,40 de longueur. Il est muni de 2 voyants fixes

(1) Il est prudent de ne pas s'y fier et de fermer le couvercle quand on se déplace.

placés à 2 mètres l'un de l'autre, portant sur une face une ligne de soie noire sur fond blanc et sur l'autre une ligne de soie blanche sur fond noir. Un voyant mobile intermédiaire rouge et blanc peut être fixé à volonté sur le jaloy à l'aide d'un colier de pression; ce voyant se déplace le long d'une graduation en centimètre permettant de repérer la hauteur.

Le jaloy-mire ordinaire, précédemment employé pour les levés au $\frac{1}{10000}$ est à peu près abandonné aujourd'hui, on lui préfère le jaloy-mire à hausse.

Jaloy-mire à hausse.

Le jaloy-mire à hausse se compose de 2 montants, un fixe et un mobile de 2^m,50 de longueur pouvant coulisser l'un contre l'autre et maintenus par un colier de pression et un colier-fou servant simplement de lique. Chaque montant est ferré à ses 2 extrémités.

Le montant mobile à "hausse" est muni de 2 voyants vissés à demeure à 2 mètres l'un de l'autre.

Une graduation en centimètre faite sur le montant fixe permet de repérer la position du voyant inférieur qui joue le rôle du voyant rouge et blanc dans le jaloy-mire ordinaire.

Le colier de pression peint en blanc avec une ligne de soie rouge placée à égale distance des 2 voyants fixes permet la lecture des distances inférieure à 25 m. jusqu'à 2^m,50.

Le jaloy-mire à hausse actuellement en usage pour les levés au $\frac{1}{10000}$ est très pratique surtout pour le filage de la courbe...

Jalon-mire de 11 mètres.

Le jalon-mire de 11 mètres est constitué par 2 branches l'une de 2 m 40 l'autre de 2 m 20 articulées autour d'un écran à oreille et maintenue dans les 2 positions déployées ou fermée par une goupille traversant les 2 branches.

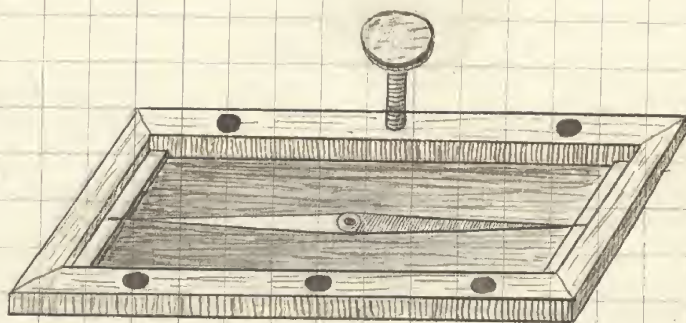
Cette branche est munie d'un grand voyant en bois portant sur une face une ligne de foie noire sur fond blanc et ayant l'autre face peinte en moitié blanc, moitié rouge fixée à 2 mètres du bout de l'axe.

Un voyant identique à ceux du jalon-mire m à hausse et placé sur l'axe même.

Un petit voyant mobile à



Jalon-
mire
à hausse



Déclinatoire

Traits rouge sur fond blanc pentétique fixé à volonté sur la branche inférieure à l'aide d'un colier de pression une graduation en centimètres faite sur toute la hauteur du jalón permet de repérer la position du voyant mobile. Ce jalón uniquement employé pour les levés au $\frac{1}{20000}$ peut être utilisé ouvert (4 mètres) ou fermé (2 mètres).

Visueur

Chaque jalón de ces jalons est muni d'un petit viseur mobile, au moyen duquel l'aide peut donner au jalón une direction perpendiculaire au rayon visuel de l'opérateur.

Accessoires nécessaires pour l'exécution des levés aux grandes échelles.

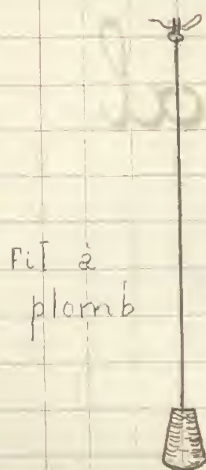
Un fil à plomb,
Des crayons de différents numéros, durs et tendres,

Une gomme douce,

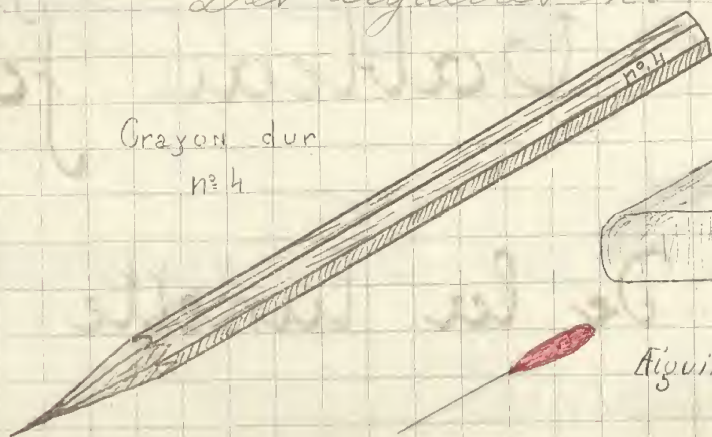
Un double-décimètre,

Un frotoir,

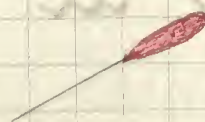
Des aiguilles n° 12



Crayon dur
n° 4



Gomme
douce



Aiguille avec tête de cire

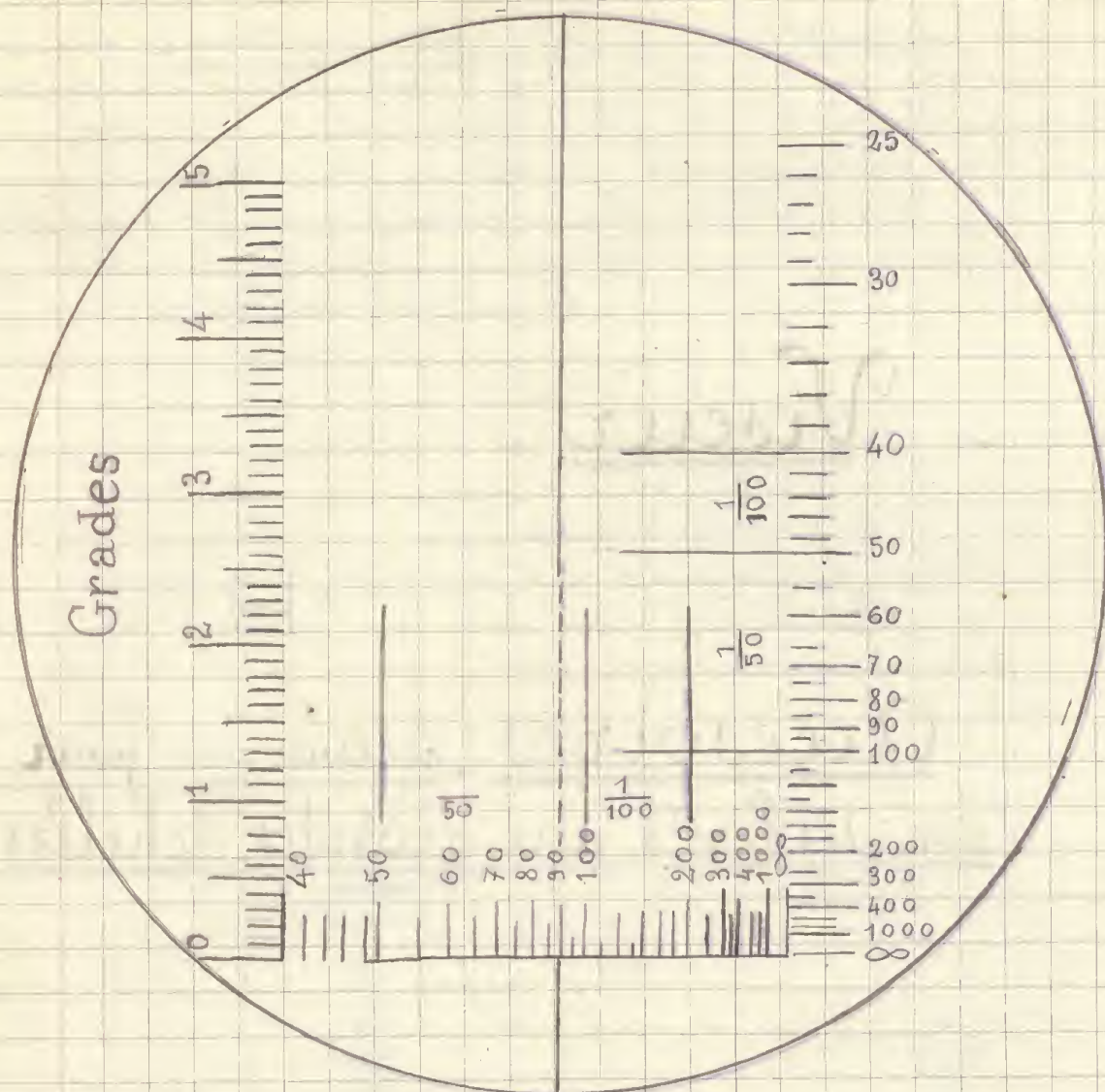
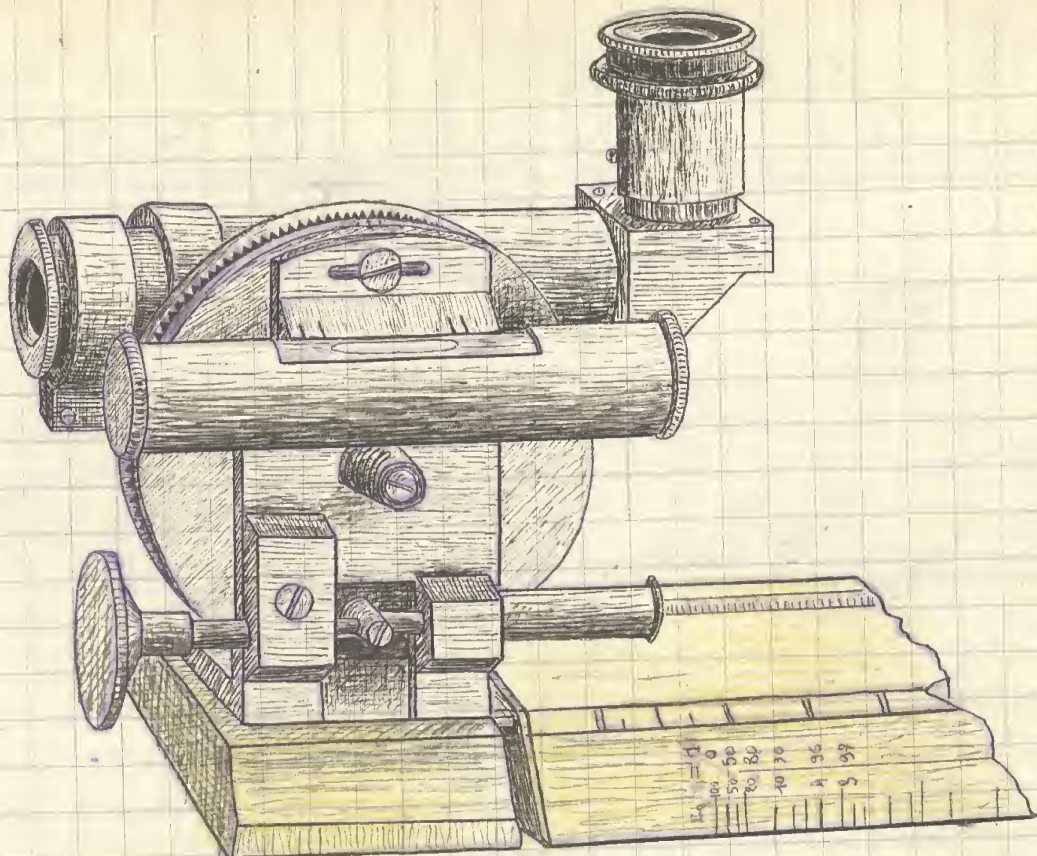
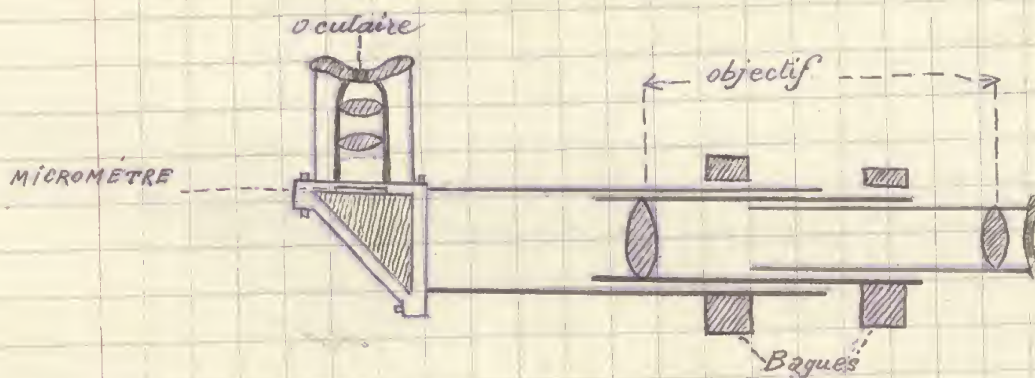


Tableau focal
De la lunette



Règle à éclinètre



Coupe de la lunette

Règles à exécuter

Compte de la
Mort

Mise en station de la planchette

Pour obtenir avec la planchette et la règle à éclinètre les projections des différentes lignes du terrain aboutissant à une station, il faut :

1^o que la planchette soit au point, c'est-à-dire que le point du dessin représentant la station sur la planchette soit sur la verticale du point correspondant du terrain.

Le point du dessin correspondant à un point du terrain au dessus duquel on doit mettre la planchette en station est marqué par une aiguille très fine (n^o 12) enfoncée dans la planchette perpendiculairement à sa surface; la mise au point se fait en plaçant à vue le point de la planchette où se trouve l'aiguille sur la verticale du point du terrain qui est généralement marqué par un fuquet ou une marque de couleur. Cette mise au point à vue est suffisante à l'échelle de $\frac{1}{10000}$.

2^o Que la planchette soit horizontale

L'horizontalité s'établit au moyen du niveau sphérique de la règle à éclinètre. Après avoir levé légèrement les boudoirs qui fixent les branches doubles du pied au plateau, on place à peu près sur la même ligne horizon-

On place les extrémités des 2 branches en les enfonçant si c'est possible; on pose la règle à échimètre sur la planchette en la tenant avec la main gauche pour éviter qu'elle tombe et on amène la bulle d'air au centre du cercle de repère tracé sur le verre du niveau en agissant seulement sur la 3^{ème} branche du pied, alternativement par mouvement d'avant en arrière ou de droite à gauche on se servant de la main droite. La planchette étant horizontale on serre le écrou à oreille du pied.

L'horizontalité de la planchette doit être assurée avec soin pour que les angles déterminés par les visées en direction fassent bien les projections des angles du terrain, et pour que, d'autre part, l'aiguille ^{du} déclinaire puisse prendre librement sa position d'équilibre.

3^o Que la planchette soit réglée en hauteur.

C'est à dire que la hauteur du plan horizontal passant par le centre de l'échimètre au dessus du point de station soit égale à la hauteur du voyant du jaloy mètre sur lequel on fait des visées les hauteurs. Cette hauteur une fois choisie devra être toujours la même. on la repère au moyen d'un fil à plomb fixé au boudin central du plateau. Pour mettre une première fois le voyant du jaloy mètre et le centre de l'échimètre à la même hauteur, on opère comme il suit:

On place la planchette supportant la règle sur un terrain bien horizontal, le jaloy (Le voyant du bas fixé à un mètre) est maintenant verticalement; au moyen de batonnement de faible amplitude

On amène l'axe de la lunette fixé à zéro (bulle entre ses repères) à la hauteur de la ligne de visée du voyant inférieur. On repère une fois pour toute la hauteur de la planchette au moyen d'un fil à plomb, dont l'extrémité inférieure effleure le sol.

Le réglage en hauteur de la planchette se fera ensuite aux autres stations en la mettant à une hauteur telle que l'extrémité inférieure du fil à plomb effleure la tête du piquet ou la marque indiquant la station. Ce réglage est indispensable si l'on veut pouvoir mesurer les pentes sans être obligé de déterminer à chaque station la hauteur de la planchette.

II^o Que la planchette soit horizontée

C'est à dire qu'une ligne tracée sur le dessin soit dans le plan vertical de la ligne correspondante du terrain; nous allons voir comment ce résultat s'obtient au moyen du déclinatoire.

Orientation et Déclinaison de la planchette

Ces opérations exigent que l'on sache mettre au point oculaire de la lunette, visé un point, tracer une direction.

Mise au point de l'oculaire

On déplace l'oculaire en tournant le bouton porte oculaire jusqu'à ce qu'on obtienne une image bien nette du tableau focal. Pour faciliter cette opération on dirige

l'objectif de la lunette vers le ciel.

Faire une visée

On pique bien verticalement une aiguille au point de station reporté sur la planchette par ses coordonnées et on appuie contre cette aiguille le biseau de la règle, qui porte l'échelle du $\frac{1}{10000}$, en se mettant derrière la règle on l'oriente à vue en faisant pivoter la règle autour de l'aiguille et on vise par l'intervalles des deux tambours. On fait tourner la lunette autour de son axe horizontal jusqu'à ce que le point soit dans le champ de la lunette et on achève le point. On déplace alors doucement la règle jusqu'à ce que l'image du point visé soit verticale par le trait médiant du tableau focal; pour déplacer la règle dans le bon sens, il faut se rappeler que l'image est inversée. Il faut en outre, autant que possible se placer de façon que l'éclimètre soit à droite de la règle.

Tracer une direction

On trace la direction le long du biseau appuyé à l'aiguille avec un crayon dur taillé finement. On trace que la partie utile de cette direction pour ne pas surcharger le dessin.

Pour faciliter la visée on peut faire sortir la règle jusqu'à ce que l'opérateur puisse regarder facilement dans la lunette; mais ce procédé n'est pas à recommander à cause du peu probable de la règle dans la règle, en tout cas il ne faut jamais la faire sortir que de la quantité strictement nécessaire.

Orienter la planchette

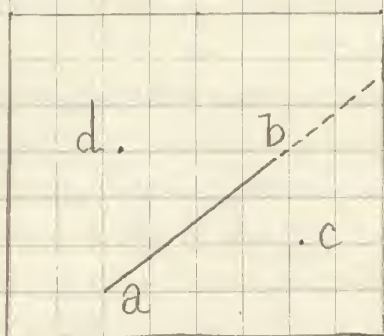
Deux cas peuvent se présenter dans les levés au $\frac{1}{10000}$ On peut :

1^o Stationner en un point connu.

2^o Stationner sur une direction connue.

1^{er} Cas.

On stationne en un point connu A d'où l'on voit d'autres points connus assez éloignés B. C. D.



On fixe une aiguille le en chacun des points a, b, (b étant le point représentatif du point connu visible le plus éloigné); On place la règle de long de la ligne qui joint ces 2 points et on assure la position en appuyant son biseau contre les 2 aiguilles.

On dessine légèrement l'écran du bouchon central du plateau et on fait tourner la planchette jusqu'à ce que la ligne de visée passe par le point B. La planchette est alors orientée et on retire l'écran du bouchon central en prenant garde de ne pas déranger la planchette.

On s'assure qu'elle n'a pas bougé en vérifiant la visée sur le point B.

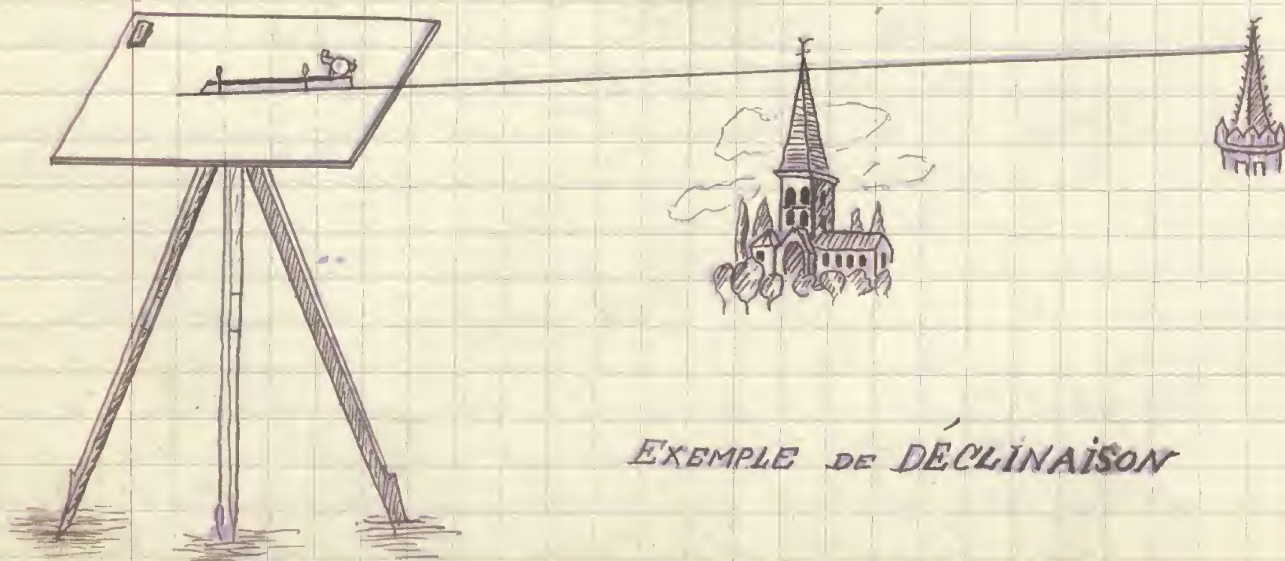
Il faut vérifier l'orientation obtenue en visant d'autres points connus C, B, D sans bouger la planchette. Le biseau de la règle étant toujours appuyé contre l'aiguille a devra pour chacune des visées C, D passer exactement sur le dessin en c et d.

Pratiquement il n'en est pas toujours ainsi et il arrive assez souvent qu'on ne peut obtenir exactement la concordance de toutes les visées: On dévie alors légèrement la planchette jusqu'à ce que le désaccord pour chaque direction soit le plus petit possible.

2^{ème} Cas.

On stationne sur une direction connue. Quand on ne peut stationner en un point connu, on se met sur la ligne qui joint 2 points connus (par exemple sur l'alignement de 2 clochers). Le niveau de la règle étant appuyé contre les 2 aiguilles fichées en a et b. On fait tourner la planchette jusqu'à ce que la ligne de visée passe par les points A et B. La planchette est alors orientée.

On ne peut dans ce procédé se vérifier sur un autre point connu sauf si l'on peut connaître la distance du point de station à l'un des points A ou B. On ne peut alors marquer ce point de station sur la planchette et on retombe dans le 1^{er} cas.



Décliner la planchette

La planchette étant s'orientée il faut la décliner, c'est-à-dire repérer son orientation au moyen du déclinaire. Pour cela on deterre légèrement la vis qui la fixe à la planchette et on le fait tourner jusqu'à ce que l'on voit en se plaçant du côté de la pointe blanche que le prolongement de l'axe de la pointe bleue passe bien par le trait de repère. On vérifie alors que la règle, toujours appuyée ^{est, toujours} sur les 2 aiguilles, n'a pas bougé et que le point ^{est, toujours} bissecté par le fil médiant du tableau focal.

On serre les vis du déclinaire sans la bloquer. Pour achever la mise en place du déclinaire sans entrainer la planchette, on place les 2 pouces chacun sur un des grands côtés du déclinaire, les autres doigts prenant appui sur la face inférieure de la planchette et on agit par pression dans la sens convenable, une main entraînant le déclinaire et l'autre limitant le mouvement.

Souvent, si l'aiguille est mal centrée ou si les traits de repères ne sont pas sur une ligne passant par le pivot, quand la pointe bleue est en face de son repère, la pointe blanche n'est pas en face du sien. On peut dans ce cas avoir une précision plus grande en plaçant les 2 repères au même écart du même côté des 2 pointes de l'aiguille. Le déclinaire étant fixé il faut repérer la position. Pour pouvoir reconnaître au besoin s'il s'est déplacé au cours du travail. On trace pour cela un trait autour de la boîte avec un crayon dur bien taillé, on peut aussi appliquer le biseau de la règle comme contre un des grands côtés et prolonger le trait de crayon déjà tracé d'un bout à l'autre de la règle.

On pourra ainsi vérifier que le déclinaire n'a pas bougé et dans le cas

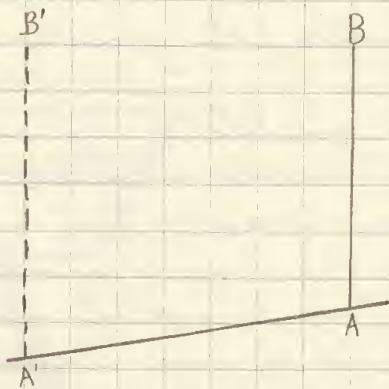
échiant le remettre en place sans être obli-
gé de se ^{l'orienter} décliner à nouveau.

Vérification du Déclinatoire

On dérange la planchette et on l'oriente à nouveau en ramenant la ~~pointe~~ de bleue en face de son repère par rotation de la planchette. Si le déclinatoire est bon on doit trouver en visitant les points qui ont servi à l'orientation que la planchette est alors bien orientée.

Remarques importantes

Il faut quand on se decline s'assurer qu'il n'y a pas dans le voisinage des masses de fer, des circuits électriques susceptibles de dévier l'aiguille aimantée, pour cela du point de station A on envoie le jalou-mire en



un point quelconque B à environ 100 mètres de A :

La planchette étant orientée on vise B et on mesure AB, on vient alors se mettre en station en B, on oriente à nouveau la planchette et on vérifie que la visée de B passe bien par le point A du terrain.

Si B n'en n'est pas ainsi c'est qu'il y a une déviation de l'aiguille soit en A ou en B, de B on vise un autre point C et on recommence la vérification; si l'on trouve que la planchette est bien orientée en C

c'est que la déviation se fait sentir seulement en B on faut attendre en retournant A et on recommence la vérification dans une autre direction de B vers B' par exemple.

La valeur de la déclinaison de la planchette dépend du déclinaire et de la règle employée et même du biseau utilisé de la règle.

Par conséquent il faut toujours se servir du même biseau de la règle pour avoir les directions et decliner à nouveau la planchette si l'on change de déclinaire ou de règle dans le cours du travail de même ^{qu'} si l'on fait à la règle à échelle une rectification quelconque par rapport sur l'optique de la lunette.



Emploi des instruments

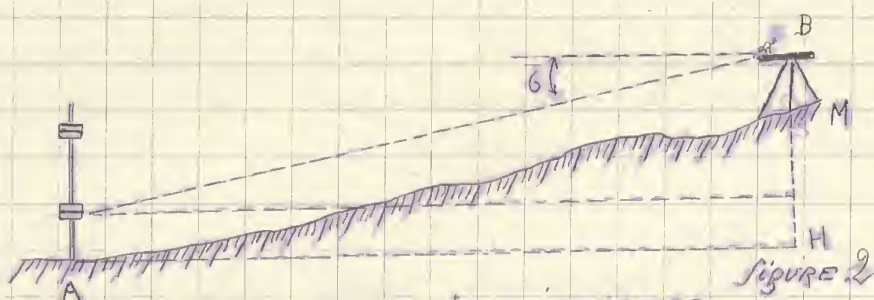
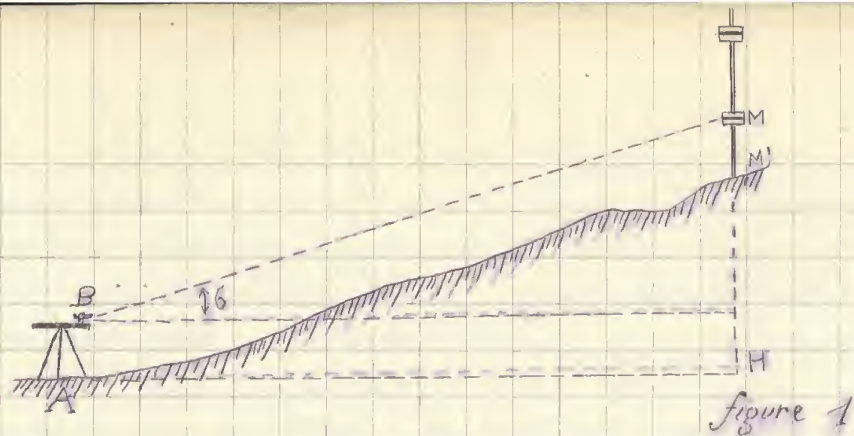
Tracer des directions.

Pour viser et tracer une direction on place le biseau de la règle à éclinètre qui porte l'échelle du $\frac{1}{10000}$ contre l'aiguille qui marque le point de station; On oriente la règle à vue en visant entre les deux bords de l'éclinètre et on fait sortir la règlette jusqu'à ce que l'opérateur puisse se regarder facilement dans la lunette. Celui-ci se place d'ailleurs, autant que possible de façon que pour lui l'éclinètre soit à la droite de la règle, afin d'avoir constamment la bulle du niveau sous les yeux. Ces dispositions prises on procède au pointé en faisant tourner légèrement, d'abord la règle à éclinètre autour de l'aiguille qui marque la station, puis la lunette autour de son axe horizontal jusqu'à ce que l'on voit l'objet à viser dans le champ de la lunette.

Enfin on achève d'orienter la règle pour amener le trait du milieu de la lunette sur cet objet et l'on trace la direction le long du biseau de la règle.

Mesure des inclinaisons.

Pour mesurer l'inclinaison du rayon visuel, visant un point N on amène, en désorientant un peu la règle, l'image du point N sur l'échelle en degrés vue dans le champ de la lunette; puis agis-



MESURES DES INCLINAISONS

Avant sur la vis de rappel de l'éclimètre on a le exactement le niveau, alors, sans toucher à l'instrument ni s'appuyer d'aucune manière sur la planchette on lit :

- 1° Sur le limbe denté de l'éclimètre au cran dans lequel entre la dent marquée d'un index, un certain multiple de 5 grades
- 2° Sur l'échelle de la lunette l'apprit en grades et en centigrades. en transformant par la pente la chiffration de cette échelle de manière à continuer sur elle la lecture qui vient d'être faite sur le cran du limbe.

La lecture totale ainsi faite donne, selon que la pente est ascendante ou descendante l'inclinaison du rayon visuel sur l'horizon ou le complément à 100° de cette inclinaison.

En désignant les lectures dans les 2 cas par e et e' nous aurons donc :

$$e = + i \text{ et } e' = 100^\circ - i$$

Le point visé N est généralement le voyant inférieur du jaloy-mire à haute-
Lorsque ce voyant est placé à la même hauteur N B au dessus du sol que le centre de l'éclimètre est au dessus de son point de station A, l'inclinaison du rayon visuel est égale à l'angle de pente de la droite qui joint le point A au point B. On a vu dans la 4^{ème} conférence comment on réglait la hauteur du voyant.

Mesure des distances.

Les échelles stadimétriques en parties inégales servent à mesurer les distances sans les parcourir. à cet effet, un aide se porte avec le jaloy-mire au point dont la distance est recherchée et porte le jaloy du dit jaloy sur ce point. (La main du jaloy-mire doit toujours être tenue en l'air).

Il écarte les jambes pour maintenir le jaloy-mire bien fixe, soit, ce qui est le cas le plus général dans le plan vertical qui passe par le rayon visuel de l'observateur soit horizontalement avec la précaution de donner au jaloy-mire dans l'un ou l'autre cas une direction perpendiculaire à ce rayon visuel.

1^{er} L'aide obtient ce résultat dans le 1^{er} cas en regardant l'observateur à travers le jaloy-mire qu'il a eu soin de placer le long du jaloy à la hauteur de son œil; dans le second cas il obtient en se plaçant lui-même bien face à la station au se-
louve l'observateur.)

L'observateur use alors, d'ond du mouvement de la vis calante que du déplacement latéral de la règle pour faire correspondre le trait ∞ de celle des échelles qui est parallèle au falo; avec le voyant extrême convenable, puis en regard du second voyant il lit sur l'échelle la distance réelle de l'éclimètre au falo visé. on doit faire attention au sens dans lequel croît la graduation de l'échelle employée afin de ne pas se tromper sur le sens dans lequel il faut lire l'appoint par rapport aux divisions numériques. Ainsi dans le cas de la figure i placé à la fin de l'instruction on serait exposé à lire 46 m. au lieu de 34 m. Pour les distances inférieures à vingt-cinq mètres voir la note numéro 17.

Réduction à l'horizon.

Les longueurs ainsi obtenues sont les longueurs suivant la pente du terrain; avant de les construire sur la planchette on doit les réduire à l'horizon, et pour cela, on les multiplie au moyen de la règle à calcul par le cosinus de l'inclinaison. (Voir l'instruction collée sur la règle). La réduction est négligeable pour les longueurs isolées inférieures à 125 mètres mesurés suivant des pentes dont l'angle est plus petit que 10 Grades.

Mesure des distances aux pas

Voit dans la détermination des détails soit pour les distances inférieures à 25 m. les distances inférieures à 25 m peuvent aussi se mesurer mais moins simplement,

Soit en déterminant sur le jalou-mire par déplacement des voyants la longueur qui couvre l'intervalle des traits au tableau focal portant la désignation $\frac{1}{50m}$ ou $\frac{1}{100}$ et multipliant cette longueur respectivement par 50 ou par 100, soit en plaçant le voyant intermédiaire à la hauteur de $1m, 10$ qui divise en 2 parties égales l'intervalle des 2 grands voyants, puis en faisant sur l'une des échelles stadimétriques une lecture de distance à l'aide du voyant intermédiaire et l'un des 2 voyants extrêmes; la longueur cherchée est égale à la moitié de la distance lue.

On peut se contenter de mesures au pas de route. que l'on compte de 2 en 2: le pas métrique serait trop fatiguant pour des opérateurs de taille ordinaire. Pour employer ce moyen de mesure il faut étalonner son pas et construire une échelle qui donne la longueur correspondante à un nombre déterminé de pas. Les longueurs de pas faites en pente sont toujours plus courtes que celle en terrain horizontal, et différente suivant qu'on monte ou qu'on descend. Pour en tenir compte chacun devrait les étudier expérimentalement. En général, on n'y a égard dans la pratique qu'en forçant la longueur du pas au sentiment dans les montées et dans les descentes.

Sur une route abornée on trouvera facilement et par la moyenne entre plusieurs expériences, combien on fait de double pas au kilomètre. à défaut de cette ressource on pour-

se à servir des cheminements donnés sur chaque planchette. Soit 629 le nombre de double pas trouvés pour un kilomètre, on en conclura que la longueur du double pas = $\frac{1000}{629} = 1^m, 59$

Echelle au pas.

A l'échelle du $\frac{1}{10000}$ on prend donc une longueur de $49^m, 5$ qui représente 500 doubles pas. On la divise en 5 parties égales dont chacune avant 112 pas, la première de ces parties subdivisée en 10 donne les dizaines et permet d'apprécier des unités de double pas; pour éviter l'emploi du compas sur le terrain, il faut tracer cette échelle sur une bande de papier que l'on colle sur le biseau de la règle à échimètre correspondant à l'échelle du $\frac{1}{5000}$ (dont on ne se sert dans le levé ici décrit).

Pour calculer les dénivellés il faut transformer les distances précédentes en mètres pour cela, après avoir porté ces distances sur le dessin, on y compare la division en millimètres du biseau de la règle à échimètre et on lit la distance.

Collage du papier sur la planchette

Cette opération doit être faite avec beaucoup de soins et de propreté; il faut au préalable au moyen d'une éponge humide enlever des bords de la planchette le papier qui pourrait être collé, ne pas en fumer le bois en se servant d'un couteau, procéder ensuite de la manière suivante.

1^o Prendre la planchette bien lisse en la frottant légèrement avec du papier émeri pour enlever les bavures.

2^o Couper une feuille de papier de la grandeur de la planchette.

3^o Coller et humecter cette feuille de papier à l'envers avec une éponge imbibée d'eau très propre.

et d'abord diagonalement puis sur toute la surface le plus vite et le plus uniformément possible.

4^o Enduire de colle épaisse les bords de la planchette sur un demi centimètre environ. Éviter de mettre la colle sur une plus grande largeur de façon à pouvoir plus tard décoller la feuille facilement.

5^o Dès que le papier est suffisamment imbibé d'eau le poser sur la planchette

la face humide du côté du bois et avec un chiffon très propre appuyer fortement sur les bords pour que le papier adhère parfaitement au bois.

6^o Laisser sécher à l'air la planchette appuyée contre un mur.

7^o Enlever avec un canif ou à l'émeri le papier de part et d'autre des bords de la planchette.

Procédés de quadrillage de la planchette

Constructions graphiques.

La valeur d'une détermination topographique dépend, dans une large mesure, du soin apporté aux constructions graphiques.

Toutes les constructions au crayon doivent être faites avec un crayon dur finement taillé tenu presque normalement au papier.

Vérifier le quadrillage d'une planchette.

Le papier qui recouvre la planchette est divisé en carrés de 10 cm de côté; il est indispensable que pour la précision des graphiques que ce quadrillage soit bien tracé.

1^o faire passer par 2 sommets A B de carré en diagonale et éloignés du bord bien dressé d'une règle; les sommets intermédiaires C D doivent se trouver sur le bord de la règle. Recommencer l'opération pour d'autres points a b.

2^o Mesurer avec le double décimètre la longueur des côtés des carrés en différents endroits de la planchette. L'erreur ne doit pas dépasser $\frac{2}{10}$ de millimètre par carré de 10 cm.

Quadriller une planchette.

Tracer le grand axe AB de la feuille à peu près dans son milieu puis une perpendiculaire c.d., à peu près au moyen du compas en déterminant au ^{moins} 4 points de cette perpendiculaire au moyen d'arcs de cercle de centre.

a, b.

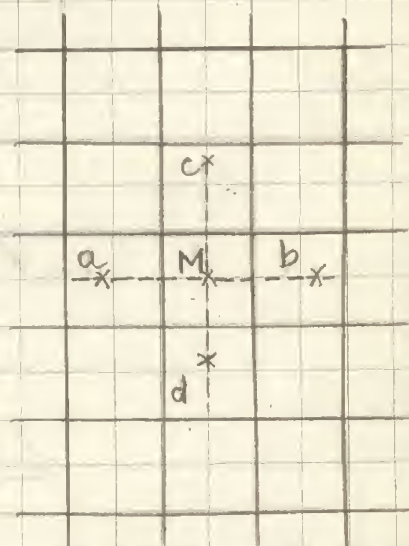
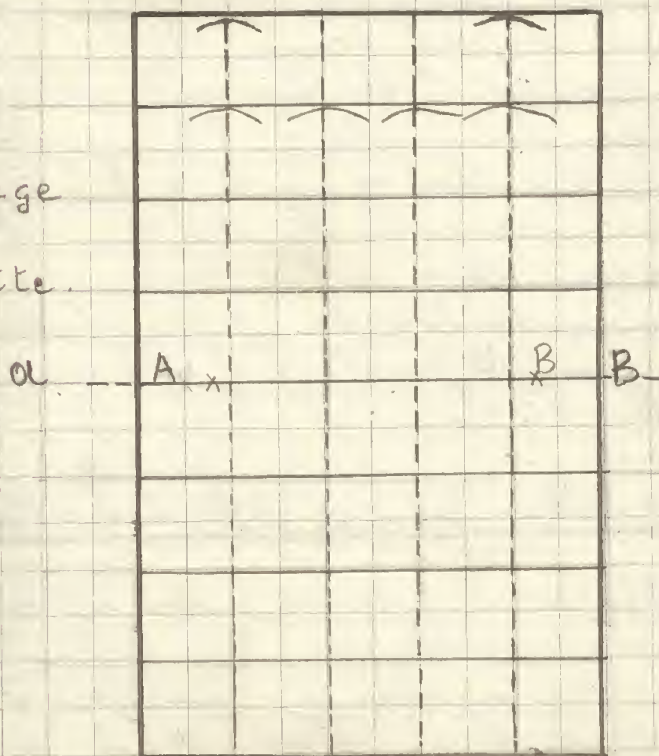
Tracer des parallèles à l'axe a, b.
voisine des bords de la feuille; à cet
effet, décrire des arcs de cercle de même
rayon dont les centres sont sur a, b. et
tracer leurs tangentes communes.

Opérer de même pour c, d.
porter ensuite au moyen d'une ré-
gle bien divisée à partir de l'axe c, d, sur
a, b et ses 2 parallèles, des points équi-
distants de 10 cm. des paires 3 à 3 pour
obtenir le réseau des lignes parallèles à c, d.
Opérer ensuite de la même façon pour
obtenir le réseau des lignes parallèles à a, b.

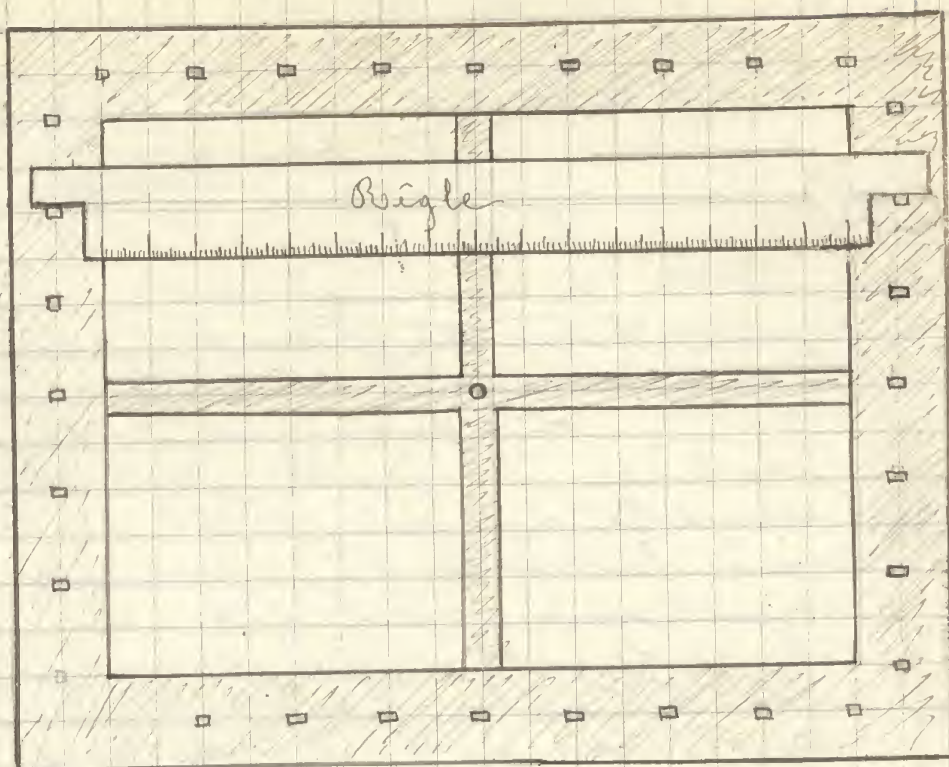
Les constructions se font au moyen d'un
quadrillage au tire-ligne et au bleu d'outre-
mer en traits fins.

On peut également et d'une façon
beaucoup plus rapide quadriller une plan-
chette au moyen du cadre à carreter

quadrillage
d'une
planchette.



cadre à
carroyer



Reporter un point sur la planchette. - Erreur graphique.

Il faut reporter avec la plus grande précision les points par leurs coordonnées dans le cadrillage. Soit à reporter M de coordonnées:

$$x \ 58.242 \quad y \ 25.231.$$

Placer le double décimètre parallèlement à l'axe des y. à 2 ou 3 cm au dessus de la position approximative du point M.

On zéro en regard du trait 25 son trait 40 en regard du côté 26 piquer ensuite le point de la planchette situé en face de la lecture 231 c'est à dire 23 mm par une opération analogue obtenir au dessous de grand M un point d. Le point M se trouve sur la droite cd (voir figure)

traces de semblable façon la parallèle
a b. l'axe des y qui contient le point
M. L'intersection des 2 droites donne la
projection du point.

Quand le quadrillage est
imparfait l'emploi du double déci-
mètre comme il est indiqué ci-dessous
permet de s'affranchir autant que possible
des erreurs qui peuvent en résulter.

Si les carreaux sont très petits
incliner le double décimètre par rapport
au côté du quadrillage de manière
que les points zéro et dix soient exacte-
ment en regard des côtés du carreaux. Si
le côté est trop grand placer le dou-
ble décimètre parallèlement au quadrillage
et laisser entre les traits du carreau et
les traits 0 et dix du double-décimètre
2 petits intervalles égaux.

Fig. I

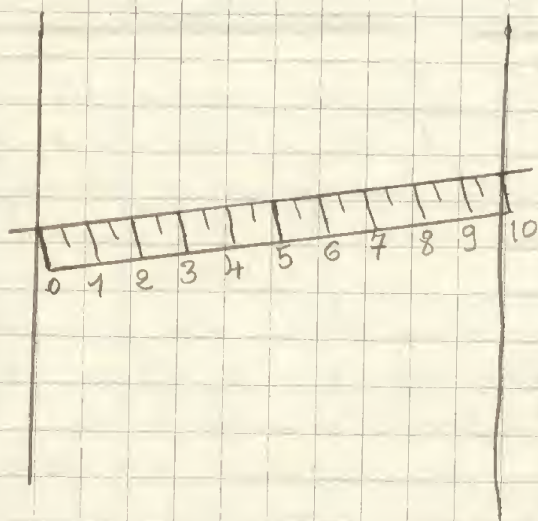
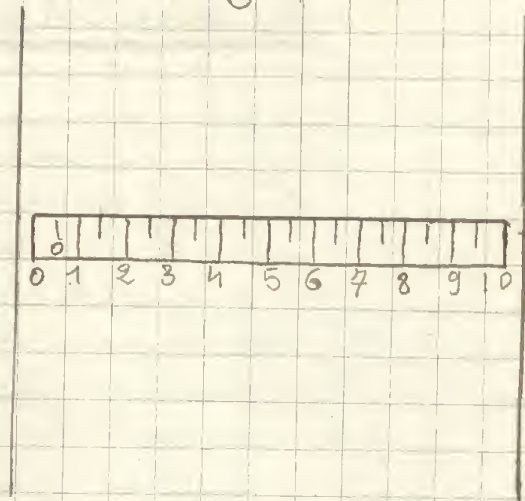


Fig. II



La précision à rechercher dans
le report d'un point est de $\frac{1}{10}$ de mm. soit
un mètre à l'échelle du $\frac{1}{10000}$

On appelle erreur graphique l'erreur que l'on commet inévitablement, tant dans une opération graphique, soit en reportant d'un point, soit en faisant passer une droite par un point, etc....

Elle provient de ce qu'on ne peut pas apprécier d'une manière parfaite la coïncidence de 2 points ou de deux traits, ou évaluer avec une précision absolue une fraction déterminée d'un intervalle donné. Cette erreur graphique ne dépasse pas $0^{\text{mm}},1$ à $0^{\text{mm}},2$ pour un bon dessinateur.

Elle prend d'autant plus d'importance qu'on travaille à une échelle plus petite.

Pour éliminer autant que possible l'influence de l'erreur graphique, il convient d'opérer à l'échelle la plus grande ^{compatible} avec les dimensions du travail entrepris.

Cheminement à la planchette... Planimétrie trivellément

A à visées directes et
inverse.

B à une station sur deux
tenue du carnet.

Généralités

Pour déterminer les points qui définissent les lignes du terrain en permettant la mise en place des détails à l'aide des instruments décrits précédemment, le topographe a le moyen d'employer différents procédés.

Les procédés employés sont:

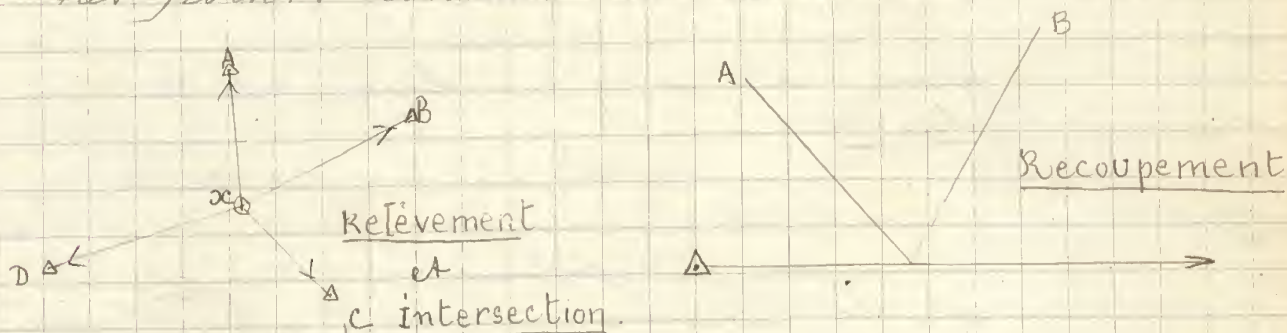
- Le rayonnement.
- Le cheminement
- Le relèvement
- Le recoupement.
- L'intersection

Maintenant nous nous occuperons pour l'instant à définir succinctement les 3 procédés de relèvement, d'intersection et de recoupement.

qui font l'objet d'une précédente leçon, pour nous étendre davantage sur les procédés de rayonnement et de cheminement:

Le relèvement consiste à déterminer la position d'un point x en stationnant en ce point et en visant d'autres points connus A.B.C.D.

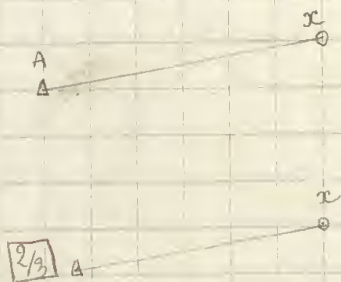
L'intersection consiste à déterminer la position d'un point x au moyen de visées faites sur ce point en stationnant en d'autres points connus A.B.C.D.



Le recoupement, qui tient à la fois du relèvement et de l'intersection, consiste à déterminer la position d'un point x située sur une direction déjà connue, issue de D par exemple, en stationnant en ce point x et en visant d'autres points connus A et B.

Ces 3 procédés, ne fournissent pas de résultats suffisamment précis, au point de vue nivellement, ils ne sont guère employés dans l'exécution des levés au $\frac{1}{10000}$ que pour vérifier des points en planimétrie au cours du travail.

Rayonnement. Le rayonnement consiste à déterminer des points tels que x en traçant les directions et mesurant les angles de pentes et les longueurs des lignes qui les joignent. A un point de station connu A.



Pour déterminer par rayonnement la position du point x par rapport à celle du point connu $2-3$ avec la règle à échelle on se met en station

au point 2-3 on vise avec le jaloy-mire placé sur le point 1-1 - et on trace la direction 2-3-1-1. On lit la distance de 2-3-1-1. On porte à l'échelle du dessin à partir de 2-3 sur la ligne 2-3-1-1 la distance au levain réduite à l'horizon et on obtient ainsi la position du point 1-1.

L'opération que nous venons d'effectuer est ce que l'on appelle du rayonnement direct.

Si au lieu de stationner en 2-3 nous avions stationné au point 1-1 à déterminer et viser le jaloy-mire placé en 2-3 pour avoir les mêmes éléments, nous aurions fait du rayonnement inverse.

Cheminement.

Le cheminement consiste à déterminer, de proche en proche, tous les sommets d'une ligne polygonale par mesures successives de la direction de la longueur et de la pente de chaque côté, en partant d'un point connu pour aboutir à un autre point connu servant de contrôle. Le cheminement est en somme une série de rayonnement.

Le cheminement peut se faire de 2 manières :

- a) par visées inverses et au cotes en stationnant à tous les sommets de la ligne polygonale
- b) En stationnant seulement sous les 2 sommets le premier procédé est le plus précis car il comporte une vérification constante des 3 éléments à mesurer : directions distances et pentes aussi doit-on l'employer pour tous les chemi-

nement principal.

Le 2^e procédé suffira cependant pour l'exécution des cheminement ou traverses secondaires et pour le levé de détail.

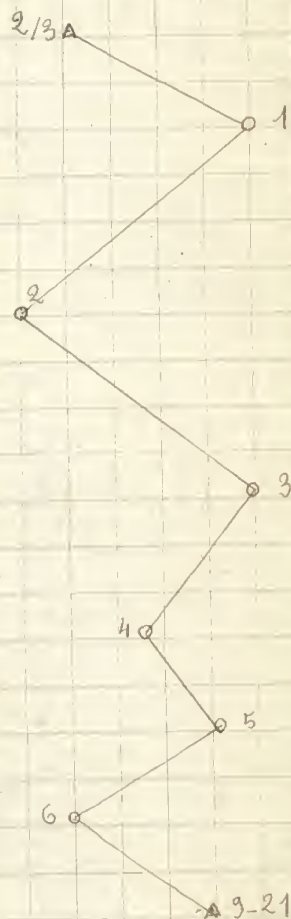
A. Cheminement à visées directes et inverses

Soit à effectuer par visées directes et inverses le cheminement partant du point connu [2-3] et aboutissant à un autre point connu [9-21].

On reconnaît à l'avance et on repère les points de station.

On stationne la planchette orientée au point [2-3] et vise le jalou-mire placé au point (1) pour traverser tracer sur la planchette la direction, mesurer sa pente et sa distance inscrites sur un carnet par visées directes; en stationnant ensuite au point (1) on vise le jalou-mire placé maintenant au point [2-3] pour en déduire à nouveau la direction la pente et la distance par visées inverses. Pour avoir la position du point on fait la moyenne des 2 distances lues - visée directe et visée inverse et on porte cette longueur à l'échelle du dessin à partir du point [2-3] dans la direction du point (1) qui se trouve ainsi déterminé.

Etant toujours en station au point (1) on envoie le jalou-mire au point (2) que l'on vise pour déterminer sa direction sa pente et sa distance par visée directe; on va stationner au point (2) pour faire la visée inverse sur le point (1) et une visée directe sur le point 3 après avoir pué



Le point (2) Et ainsi de suite jusqu'au point 9-21 Si les opérations ont été bien faites pour chaque côté des directions tracées sur la planchette doivent être concordantes, les pentes directes et inverses doivent être complémentaires à 4' ou 5' près et les distances égales de là comparaison de ces opérations directes et inverses. voici ce que l'on conclura :

déviations locales. Si les directions directes et inverses 1 sur 2 tracées sur la planchette font un angle notable,

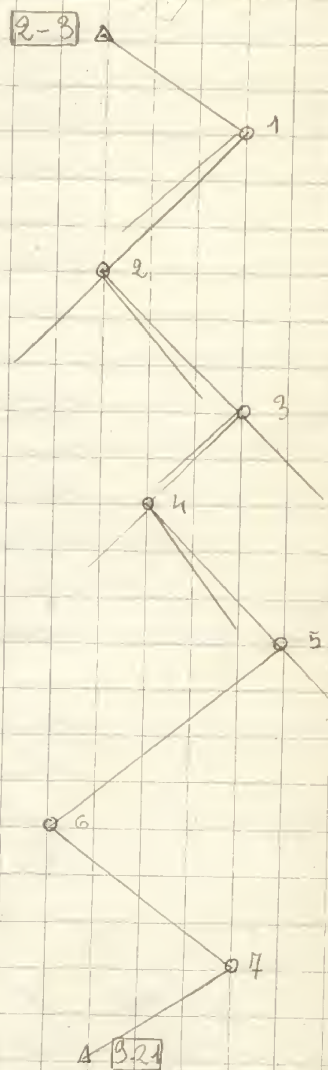
Sandis qu'elle les avait concordantes pour le côté précédent

2-3 vers 1 on conclut que, probablement en 2 l'aiguille aimantée a été déviée de sa position naturelle d'équilibre à moins qu'on n'ait fait la faute de ne pas décliner la planchette on retournera donc au point 1 et on s'assurera que 1 vers 2 était bien tracé on sera alors certain qu'il y a déviation locale en 2 dans ce cas au point 2 on s'orientera nous plus avec le déclinaire mais en plaçant le biseau de la règle sur la droite 1 sur 2. qui a été tracée en s'attachant au point 1 et que l'on aura en soin de prolonger sur une très grande longueur

Lorsqu'on est retourné en 1. On continuera à s'orienter ainsi sans déclinaire jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de déviation.

Correction de l'éclimètre

On fera la somme des lectures des pentes directes et inverses. Si il n'y avait pas d'incertitude dans les opérations et si l'éclimètre était



exactement rectifier cette somme devrait être de 100 grades juste. mais, si la lunette à un défaut de rectification de plus de 6' \times^1

par exemple; on devra trouver sur chaque côté des sommes qui s'écarteront peu de 100 g. 12'.

Si ces sommes après avoir été prises été concordantes, sur plusieurs côtés consécutifs, présentes sur un autre côté une discordance supérieure à 5' cela prouverait sur l'une des 2 observations de ce côté une faute qu'il faudrait rechercher \times^2

Cette faute corrigée pour compenser sur les divers côtés les erreurs dues au défaut de réglage de l'éclimètre, on diminuera de la moitié de l'erreur constatée sur la somme des lectures, c'est à dire de 6' dans l'exemple précédent, la valeur lue pour l'angle de pente, et c'est avec la lecture corrigée qu'on calculera la dénivellée on devra faire la moyenne des discordances (plus 12' dans l'exemple précédent) offert par les divers côtés d'un cheminement principal \times^3 . La moitié de cette moyenne indiquera l'erreur de colimation de l'éclimètre. Cette erreur de colimation, prise avec un signe contraire donne la correction constante qui doit être ajoutée avec son signe à toutes les lectures non compensées qu'on lit sur l'instrument.

1

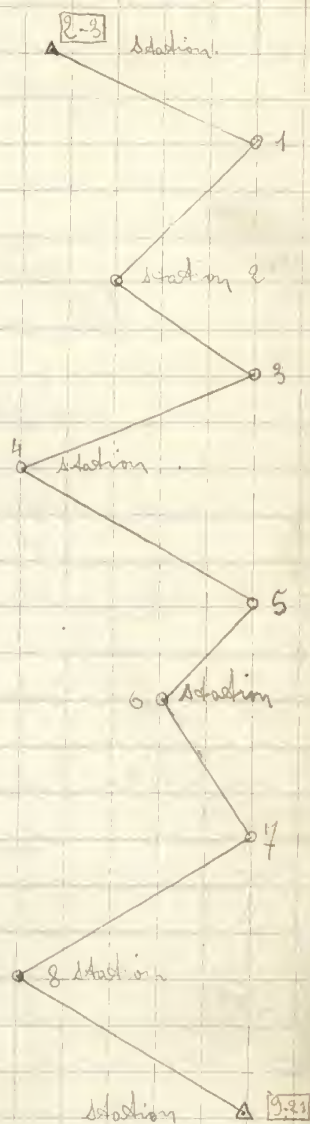
\times^1 Ce défaut de rectification ne doit qu'exceptionnellement dépasser 10 m.

\times^2 Cette faute peut provenir d'un mauvais calage de la bulle de niveau d'une pression exercée sur la planchette pendant qu'on regarde dans la lunette d'un contact mal établi entre les deux et les crans de l'éclimètre d'une faute de lecture sur l'échelle des grades d'une hauteur inexacte pour la position du voyant intermédiaire d'une ligne non verticale du filon-mire.

B Cheminement à 1 Station sur 2

Soit à exécuter ~~une~~ autant
une station sur deux le che-
minement précédant $2-3-5-1$

On stationnera au
point $2-3$ pour déterminer
par rayonnement direct le
point ou l'on a envoyé le jalou-
mire, en faisant la visée sur ce
jalou en lisant la pente et
en mesurant la distance $2-3-1$
que l'on reportera à l'échelle du
dessin à partir de $2-3$ dans la
direction du point 1. Le point 1
sera déterminé. En va station-
ner au point 2 et déterminer la
position de 2^e dernier point par ray-
onnement inverse sur le point 1
puis du point 2 déterminer le point
3 par rayonnement direct et ain-
si de suite jusqu'au point $2-21$; ce
procédé est beaucoup plus rapi-
de que le premier mais ne présen-
te aucune vérification au cours de
son exécution; Aussi il faut



*³ Pour déterminer cette moyenne il faut déterminer
séparément les inscriptions précédées du signe
+ et celles précédées du signe - puis retrancher ces
2 sommes l'une de l'autre; Le reste divisé
par le nombre des côtés du cheminement princi-
pal donne la valeur moyenne du double de l'er-
reur de colimation.

l'exclusion dans les villages puis des portes des grilles des conducteurs électriques, etc...

Pourtant enfin on l'aiguille aimantée est exposée à des déviations locales, car ces déviations ne sauraient être mise en évidence.

Le cheminement à une station sur 2 présente certains avantages au point de vue nivellement.

Une erreur faite sur un mauvais point de station et provenant d'un mauvais réglage en hauteur de la planchette ne se repercutera pas sur le point suivant.

Recommandations et précautions.

Lors de la reconnaissance d'un cheminement il faut chercher à placer les sommets de manière à éviter les déviations locales dues au voisinage des masses métalliques ou d'énergie électrique; se méfier des canalisations souterraines et veiller à ce que d'un point on voie le suivant.

On prendra comme longueur maximum des côtés 100^m à 120^m. Le nombre des sommets sera limité de 20 à 23. Et la longueur maximum des cheminement 1500^m à 2000^m.

Quand on opère par visées directes et inverses, à 1000 et 1200^m quand on opère sur une station sur deux. On peut dépasser ces longueurs à condition de chaîner les côtés.

Les cheminement doivent être courts, tendus, exécutés sur des chemins ayant les pentes les plus douces possibles ce qui permettra de leur donner, sans inconvénient un plus grand développement.

Il faut marquer les sommets par des petits piquets et les repérer à l'aide de marques et de numéros et au moyen de croquis quand il y a des déviations locales et qu'on

oriente la planchette sur la direction tracée sur la station précédente. Avant d'occuper du déclinaire il faut, lorsqu'on fait la mise en station.

que la planchette soit le mieux au point fortifié.

Toutes les plus fréquentes.

On oublie de décliner la planchette.
On fait une faute de lecture de pente ou de distance sur l'éclimètre.

On bîen une faute dans le report de la distance sur le dessin.

Longueur défectueuse ou reportée sur une mauvaise direction ou à partir d'un autre point que le point de station.

Il faut faire les différentes opérations méthodiquement et toujours dans le même ordre.

Tenue du carnet.

Les lectures de pentes et de longueur sont inscrites sur un carnet spécialement préparé et suivant le modèle joint.

Quand que pour le cheminement à vitesses directes et inverses les observations sont inscrites sur le carnet en affectant de chaque côté 2 lignes consécutives les inscriptions des éléments concernant un côté du cheminement à une station sur 2 ne nécessite qu'une seule ligne. Il est de toute nécessité que le carnet soit bien tenu pour éviter les fautes; il faut embrocher les chiffres de même ordre sur les lignes verticales grâce à cet effet; désigner la forme des chiffres. Eviter les transcriptions et exclure toute surcharge.

que la

distance

mauvaise

que le

ractions

même

queur

re' et sur

à visées

sont in

que côté

des élém

à une

le lign

carne

embracher

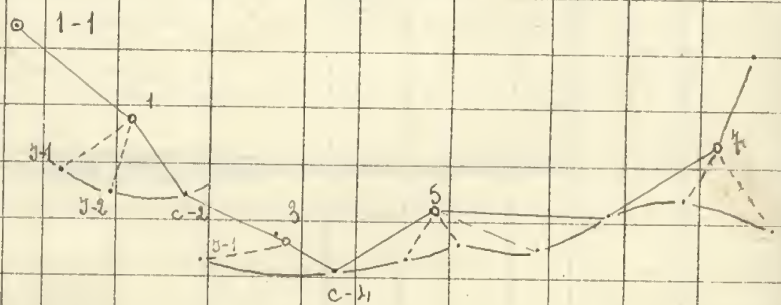
lignes re

forme des

exclure

Visée directe (d) { ascendante : + dn + h + na
descendante : - dn + h + na

Désignation		Nature des visées (d ou i)	Distances		Angle de pente lu sur l'éclimètre	Double de l'erreur de collimation	Angle de pente corrigé	Dénivelées (+ - dn) +	Hauteur de la planchette (+ h) -	Correction du niveau apparent (+ - na) +	Différences de niveau (+ - dn + h - na) -
de la Station	du point visé		stadimétriques	horizontales							
Cheminement de											
1	1-1	i	73 ^m		37,69	0	2,931			2,65	
1	3-1	d	48 ^m						1,40		
1	3-2	d	49 ^m						1,40		
1	C-2	d	85 ^m		140,0				1,40		
3	C-2	i	120 ^m		1,42	0	1,42				2,68
3	3-1	d	110 ^m						2,32		
3	C-4	d	85 ^m						2,32		
5	C-4	i	95 ^m		0,35	0	0,35			0,52	0,52
5	3-1	d	57 ^m					0,52			
5	3-2	d	62 ^m					0,52			
5	3-3	d	86 ^m					0,52			
5	C-6	d	73 ^m					0,52			
7	C-6	i	50 ^m		38,60	0	1,40			1,10	
7	3-1	d	47 ^m						1,10		
7	3-2	d	68 ^m						1,10		
7	18-45	d	115 ^m		2,20	0	2,20			3,91	
										4,72	3,20
										3,20	4,72
										10,92	4,52



Visée inverse (i) { ascendante : - dn - h - na
descendante : + dn - h - na

Altitudes des points connus	Altitudes calculées	Corrections en centimètres	Altitudes compensées	Points à déterminer	Repèrlements et Remarques
courbe de 1-1 à 18-45 (n° 3)					
328,45	331,40	+5	331,45	1	
331,40	330,00		330,00	3-1	
331,40	330,00		330,00	3-2	
331,40	330,00		330,00	C-2	
330,00	327,32	+10	327,42	3	
327,32	325,00		325,00	3-1	
327,32	325,00		325,00	C-4	
325,00	324,48	+11	324,59	5	
324,48	325,00		325,00	3-1	
324,48	325,00		325,00	3-2	
324,48	325,00		325,00	3-3	
324,48	325,00		325,00	C-6	
325,00	326,10	+13	326,23	4	
326,10	325,00		325,00	3-1	
326,10	325,00		325,00	3-2	
326,10	330,04	+20	330,24	18-45	
			330,24		
			330,04		
			0,20		EF = 0 ^{dm} + 20 ^{cm} .

ment

Nivellement

Planimétrie

nivellement.
Altitude de chaque en pro
st. ... Valeur qu'il ne
plus fréquentes. -
forme dure. -

Planimétrie. -

éparter. -
et l'exécution d'un
(dances)
ingueurs sont corrigées.

lement

minement à la plan
carnet d'observation
lancé (colonne 8) Lectures
nature des sautes cor
d. s'il s'agit d'une visée
s'il d'une visée inverse.
E au 1/10000 ces observa
rnet spécial appelé
galemant pour l'ins
V pour le calcul des
fications d'un chemi-

que le

C

distance

mauvaise

que le

raisons

même

deux

re' et lui

à visées

sont in

que côté

des élém

à un e

le lign

carne et de

embracher

lignes ne

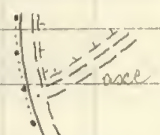
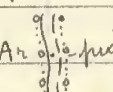

forme des

cochures

Visée directe { ascendante : + dn + h + na
(d) { descendante : - dn + h + na

Désignation		Nature des visées (d ou i)	Distances		Angle de pente lu sur l'éclimètre	Double de l'erreur de collimation	Angle de pente corrigé	Dénivelées	Hauteur de la planchette (+ h)	Correction du niveau apparent (+ = na)	Différences de niveau
de la Station	du point visé		stadimétriques	horizontales				(+ - dn)	(+ h)	(+ = na)	(+ - dn + h + na)
Le 10 Février 1926											
Cheminement n° 1											
12-3	1	d	100 ^m		2° 44	-4	2° 46				3,86
1	12-3	i	100 ^m		37° 52						
1	2	d	57 ^m		38° 63	-2	1° 36				1,22
2	1	i	57 ^m		1° 35						
2	3	d	85 ^m		4° 45	-3	4,77				6 ^m ,36
3	2	i	85 ^m		35° 22						
3	4-5	d	25 ^m		4° 60	-3	4° 61				1 ^m ,81
4-5	3	i	25 ^m		35° 37						
										12,03	1,22
										12,2	12,03
										10,81	13,25
Cheminement n° 2											
1	1-2	i	32 ^m		4° 68	-0	4° 68				6,73
1	2	d	83 ^m		35° 85	-0	4° 15				5,41
2	2	i	56 ^m		3° 42	-0	3° 42				3,02
3	1-2	d	121 ^m		1° 20	-0	1° 20				2 ^m ,28
										27,28	15,16
										15,16	2,28
										17,44	12,88
Bouclage de											
4-5	3-1	d	48 ^m					0 ^m ,30			
4-5	3-2	d	70 ^m					0 ^m ,30			
4-5	3-3	d	118 ^m		0° 47	+0	0° 47	0,87			
Bouclage de											
1	1-2	i	99 ^m		36° 49	-0	3,21				5 ^m
1	3-1	d	105					0,44	0,44		
1	3-2	d	86					0,44			
1	3-3	d	84					0,44			

Visée inverse (i) $\left\{ \begin{array}{l} \text{ascendante : } - d n - h - n a \\ \text{descendante : } + d n - h - n a \end{array} \right.$

Altitudes des points connus	Altitudes calculées	Corrections en centimètres	Altitudes compensées	Points à déterminer	Repèrlements et Remarques
de 12-3 à 4-5					
324,85	328,71	+4	328,75	1	 axe des 2 chemins
328,71	327,49	+5	327,54	2	n. Ar.  piquet
327,49	337,85	+12	333,94	3	
333,85	335,66	+14	335,80	4-5	$\begin{array}{r} 324,85 \quad 335,80 \\ +10,81 \quad -335,66 \\ \hline 335,66 \quad +0,14 \\ EF = 1^{mm} + 14^{cm} \end{array}$
de 1-2 à 15-4					
327,54	320,81	-4	320,77	1	
320,81	315,40	-7	315,35	2	
315,40	312,38	-9	312,29	3	
312,38	314,66	-10	314,56	15-4	$\begin{array}{r} 327,54 \quad 314,66 \\ -12,88 \quad 314,56 \\ \hline 314,66 \quad EF = 2^{mm} + 10 \end{array}$
de 4-5					
335,80	335,00		335,00	3-1	
335,80	335,00		335,00	3-2	
335,80	336,67		336,67	3-3	
de 15-4					
314,56	319,56		319,56	1	
319,56	320,00		320,00	3-1	
319,56	320,00		320,00	3-2	
319,56	320,00		320,00	3-3	

ment

Nivellement

Planimétrie

nivellement.
 Altitude de chaque en pro
 et... Valeur qu'il ne
 plus fréquente...
 forme sure...

Planimétrie...

éparter...

à l'exécution d'un
 (dances)
 nquens sont corrigées.

lement

minement à la plan
 carnet d'observation
 lanie (colonne 9) Lecture
 nature des notes cor
 d. s'il s'agit d'une vite
 s'il d'une visée inverse
 à au $\frac{1}{10000}$ ces observa
 rnet spécial appelle
 également pour l'ins
 à pour le calcul des
 pérations d'un chemi

Calcul du nivellement

Ecart de fermeture { Nivellement Planimétrie

Venue du carnet

Sommaire . - Calcul du nivellement
Pentes corrigées, - dénivelle . - Altitude de proche
che . - Ecart de fermeture en nivellement . - Valeur qu'il
doit pas dépasser . - Toutes les plus fréquentes
Répartition de l'écart de fermeture . -
Venue du carnet . -

Ecart de fermeture en planimétrie

Valeur qu'il ne doit pas dépasser . -

La répartition . -

Toutes les plus fréquentes dans l'exécution d.
cheminement . - (Report des distances)

Nécessité de vérifier que les longueurs sont carrées
Correction des fautes . -

Calcul du nivellement

Dans tout cheminement à la
chette, il faut noter sur un carnet d'observations
toutes les mesures effectuées : Distance (colonne 2) Les
faites sur l'éclimètre (colonne 3) nature des visées
suspendante (colonne 5) : L'initiale d s'il s'agit d'une
directe et l'initiale i s'il s'agit d'une visée in-

Dans le levé au $\frac{1}{10000}$ ces ob-
servations sont inscrites sur un carnet spécial ap-
pelé "carnet de détail" qui sert également pour
l'inscription des angles de point et pour le calcul
dénivelles et des altitudes.

Dès que les opérations d'un c.

64
nement sont terminées on procède au calcul du
nouvellement. On obtient les altitudes de cha-
que sommets en les déduisant de proche en proche
à partir d'un point de départ d'altitude connue.
voient la façon d'opérer :

Si le cheminement a été fait en
visant par visées directes et inverses, la différence à
100% (ou parfois à 0 ou 200%) de la somme des 2 lec-
tures lues sur l'éclimètre permet d'inscrire, avec
son signe et dans la colonne correspondante (colonne 6)

Le double de l'erreur de collimation. Si il s'agit
d'un cheminement ascendant en montant une station
sur deux c'est la valeur du double de l'erreur de
collimation moyenne déduite de cheminement à
visées directes et inverses, précédemment inscrite
que l'on inscrit dans cette colonne. On inscrit
dans la colonne ("pent" (colonne 7) la petite compen-
sée avec son signe qui sera positif dans le
cas d'une visée directe ascendante ou d'une visée
inverse descendante, et negative dans le cas
d'une visée directe descendante ou d'une visée
inverse ascendante.

Dans les cheminement les dénivel-
lés calculés seront additifs ou soustractives,
suivant que la pente sera elle même positive
ou negative. On les inscrit dans les 2 colonnes corres-
pondantes (col 8 et 8 bis)

Dans le cas, ou, au cours du che-
minement, on aura à viser le voyant supérieur du
jalou-mire mention en serait faite sur les

* Quand les angles de pente à mesurer sont plus
faibles que l'erreur de collimation les 2 lectures semblent indi-
quer soit 2 pentes ascendantes soit 2 pentes descendantes
et le double de l'erreur de collimation s'obtient en faisant
la différence à zéro ou à 200% de la somme des 2 lec-
tures faites sur l'éclimètre.

majuscule V S inscrites pris de la lecture de la pente le calcul des pentes et des dénivèlements et dans
 vérifié on arrête le cheminement. Pour cela,
 on fait la somme des dénivèlements positifs et celle des dénivè-
 lements négatifs au bas de chaque colonne; puis,
 on met la somme algébrique des dénivèlements dans la
 colonne de la plus forte somme partielle c'est à
 dire qu'on retranche l'une de l'autre les dénivèlements
 additifs et les dénivèlements soustractifs, en affectant
 la différence du signe de la plus grande. On fait la
somme arithmétique des dénivèlements dans l'autre colonne

Après avoir inscrit dans les colonnes
 respectivement et remarqué la cote du point de départ
 si on y ajoute la différence algébrique des dénivèlements
 on obtiendra l'altitude déduite du point d'arrivée
 la différence entre l'altitude vraie et l'altitude
 déduite est ce que l'on appelle l'écart de fermeture
en nivellement. Si dans un cheminement prin-
 cipal cet écart est supérieur à 35 ou 40 cm. *

C'est qu'il y a des fautes qu'il faut chercher, d'abord
 dans les calculs, puis dans les observations, la recherche
 des fautes doit se faire dans l'ordre suivant:

1^{re} vérification de l'altitude des points de départ
 et d'arrivée;

2^{re} Vérification des ^{1^{re}} pentes calcul des pentes et des
 dénivèlements

3^{re} Vérification de l'inscription des dénivèlements (quant
 à la colonne) si elles ont bien été inscrites dans
 les colonnes correspondantes au signe des pentes.

4^{re} Vérification des calculs de fermeture. Si ces diffé-
 rentes opérations ne révèlent aucune faute, il faut
 recommencer le cheminement en partant d'une
 station sur l car une faute d'observation est
 probable.

* Pour les cheminement tracés suivant des pen-
 tes des raide cette limite de 35 à 40 cm pourra être
 un peu dépassée.

Les fautes les plus fréquentes sont:

1° La faute d'ingrard ou de 50' dans la lecture l'omission de la lecture du limbe on s'est contenté d'inscrire seulement la lecture du tableau focal.

2° L'oubli de l'axe la bulle de niveau, l'erreur de voyant on a vu le voyant supérieur du galon-mire au lieu du voyant inférieur.

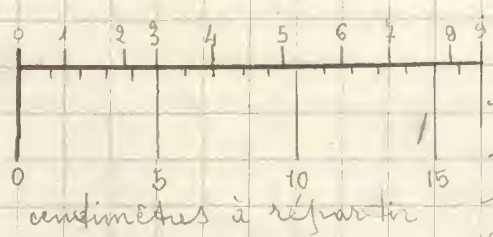
3° La hauteur du voyant inférieur n'est pas la même que celle de la planchette.

La faute étant trouvée on la corrige l'écart de fermeture devenu acceptable est indiqué dans la colonne "réfèrement et remarque" par la mention + ou - inscrite en face de la différence des altitudes.

Ce n'est qu'après ces vérifications que l'on procèdera utilement au calcul des altitudes des points. On obtient celle-ci en ajoutant ou en retranchant à la cote du point précédent la dénivellée calculée suivant son signe. Les résultats successifs s'inscrivent dans la colonne "altitude déduite". Comme vérification de ces additions et soustractions successives on examine si la cote obtenue précédemment et figurant dans les opérations effectuées dans la colonne "réfèrement et remarque" est bien la même que la cote obtenue pour le point d'arrivée.

Répartition de l'écart de fermeture

dénivellé total.



Puis on calcule les cotes rectifiées en répartissant l'écart de fermeture sur tous les points proportionnellement au dénivellé qui les sépare. Pour cela on représente consécutivement sur une même droite à l'échelle du $\frac{1}{10000}$ ou du $\frac{1}{2000}$ les dénivellés un à 2 - 2 à 3 - 3 à 4 etc. sans avoir

égard à leurs dignes et sans tenir compte des fractions de mètre. On divise à vue ou graphiquement la longueur totale en autant de divisions à partir du point de départ côté 0, et on lit, sur cette seconde échelle, en regard du point qui correspond à chaque sommet le nombre de centimètres dont la cote doit être modifiée. On peut encore, mais avec plus de risque de faute, faire la répartition par calcul, de la manière suivante : on divise la valeur de l'écart de fermeture par la somme arithmétique des dénivelés le nombre à reporter sur chaque point égal au produit du quotient obtenu par la dénivellé correspondante. Ces calculs (divisions et multiplication) se font avec la règle à calcul en opérant pratiquement de la façon suivante :

prendre sur l'échelle inférieure de la règle, la division correspondant à la somme arithmétique des dénivelés, l'amener en face de la division correspondant à l'écart de fermeture. Lu sur l'échelle supérieure de la règle. La règle étant ainsi placée une fois pour toute on lit pour chaque point la valeur de la correction à apporter à l'altitude raw déduite sur l'échelle inférieure de la règle on face du trait correspondant à la dénivellé ~~est~~ au dénivellé pris sur l'échelle.

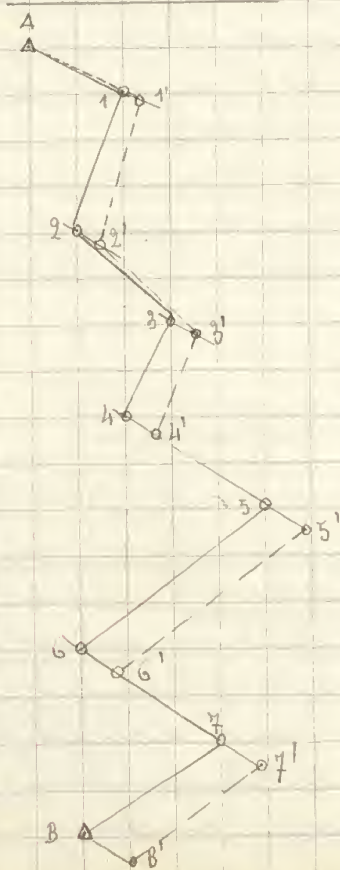
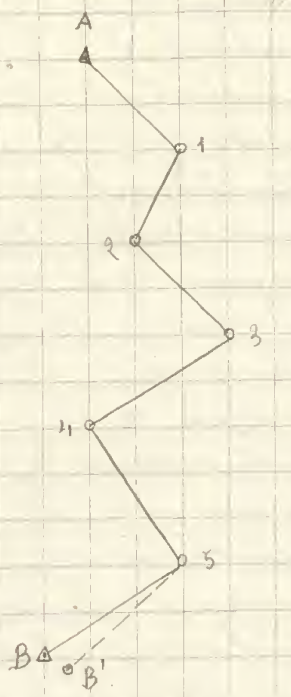
Les corrections sont inscrites dans la colonne des signes, avec leurs signes en face des altitudes déduites en effectuant les opérations on obtient les altitudes complétées.

Remarque.

Si au lieu de calculer les différentes dénivelés en faisant le produit du sinus de l'angle de pente (nivellement indirect) on avait obtenu la valeur de ces dénivelés par nivellement direct (C'est d'un cheminement de cour). L'écart de fermeture en nivellement ne devrait plus être réparti proportionnellement aux dénivelés, mais proportionnellement au nombre de sommets des che-

numéro 1 et pour chaque sommet suivant son
numéro d'ordre et à partir du point de départ.

Écart de fermeture en planimétrie



et nous avons vu précédemment,
qu'un cheminement par toujours
d'un point connu A, pour aboutir,
à la suite d'un certain nombre
de points intermédiaires (1, 2, 3,
4, 5, 6) à un autre point connu
B servant de vérification.

déterminer, de la dernière
station C la position du
point B comme si on
l'ignorait, est ce que l'on
appelle fermer le chemine-
ment en planimétrie.

Les erreurs successi-
ves commises dans les obser-
vations, et celles qui existent
d'autres part, sur la position
des points de départ et d'arri-
vée, font que la position du
point B déduite de la der-
nière station C ne coïncide
pas avec celle du point B
marqué sur la planchette.
L'écart de position entre ces
2 points est ce qu'on appelle
l'écart de fermeture en pla-
nimétrie.

Pour être admissi-
ble, cet écart ne doit pas aller
jusqu'à 5 à 6 décimillimètres
mais ne doit jamais atteindre
1 mm.

Répartition de l'écart de fermeture.

1° L'écart est inférieur à l'écart de fermeture admissible;

Il est acceptable et le cheminement est considéré comme bon. On répartit l'écart le long du cheminement de la façon suivante: On déplace tout les sommets 1' 2' 3' etc et B' parallèlement à la direction et dans le sens B B' d'une quantité proportionnellement à leurs distances au point de départ.

Ainsi le déplacement à faire sur le point 3 pour l'amener en 3' est égale à $B'B$

$$\frac{(A1') + (1'2') + (2'3')}{A1' + 1'2' + 2'3'} \text{ soit : } 3 - 3' = \frac{(B'B \times A3')}{AB}$$

On obtient de cette façon les points (1, 2, 3, 4, 5, 6) B' tombant sur B qui sont les cheminement compensés.

« Pratiquement, on se contente souvent de faire la répartition à une proportionnellement au nombre des sommets à partir du point de départ.

Toutes et corrections.

2° L'écart est plus grand que l'écart admissible. On a fait une ou plusieurs fautes dans le cheminement ou dans le report des points de départ et d'arrivée sur la planchette, le cheminement est à vérifier.

Cela ne veut pas dire qu'il faille de suite refaire toutes les opérations du terrain. non! Il faut d'abord rechercher si l'écart n'est pas dû à une faute qui

* Bien que ce cheminement ferme, il est bon, avant de faire la répartition de l'écart de fermeture, de vérifier qu'il n'y a pas de fautes. Se comprenant et pour cela, de comparer les longueurs construites sur le dessin avec les longueurs réduites à l'horizon.

Sera possible de corriger sans recommencer le cheminement. La position de B' par rapport B nous donne généralement une idée de nature de la faute commise :

Suivant que le point B' se trouvera déplacé dans la direction générale du cheminement AB en B¹1, nous aurons affaire presque certainement à une faute de distance, dans le 1^{er} cas et à une faute de fait dans le 2^e cas. Il faut donc faire les vérifications suivantes :

a) Vérification du report sur la planchette des points de départ A et d'arrivée B

Si le point de départ a été mal reporté on déplacera tout le cheminement dans le sens et de la quantité voulue, pour amener le point mal reporté sur la position véritable.

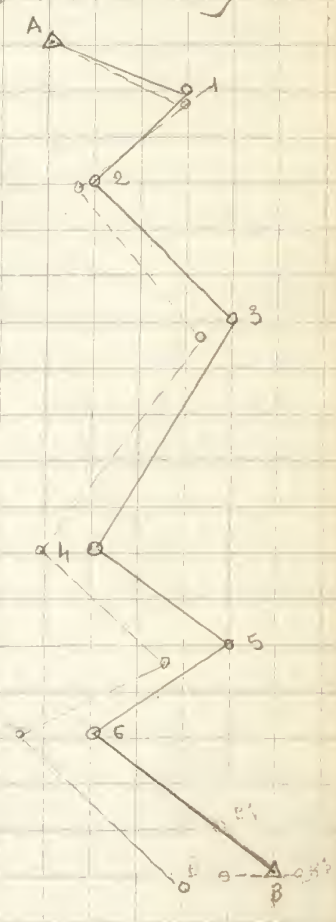
b) Vérification des distances on a pu oublier de porter une distance le cheminement est à rectifier à partir du point éroné, ou bien, on s'est trompé de 1, 2 ou 5 mms. dans le report des distances, en plus ou en moins, le point de fermeture se trouve alors d'encl- le suivant la direction du côté mal reporté et d'une quantité égale à la faute faite sur le report de la distance; le cheminement est à rectifier à partir du point éroné en le déplaçant, lui et tous les sommets suivants, de la quantité prise en sens inverse, dont il avait été déplacé, par suite de la faute commise.

c) Vérifier qu'une direction n'a pas été reportée à partir d'un mauvais point, ou sur une mauvaise direction
La faute étant trouvée même

correction, que précédemment.

d) Vérifier que la déclinaison de la planchette est bonne et que le déclinaire n'a pas été décalé de sa bonne position, dès le commencement du travail, ce qui peut se ramener à une mauvaise déclinaison.

Cette faute aurait eu pour résultat de faire tourner le cheminement en entier, d'un angle égal à celui de la rotation du déclinaire; pour corriger la faute on prend un papier calque sur lequel on reporte les sommets du cheminement; on le fait tourner autour du point de départ de l'angle correspondant au décalage du déclinaire; En repiquant sur la minute les différents sommets marqués sur le calque, on obtient leur véritable position. Dans ce déplacement, le point extrême du cheminement vient à une distance du point de fermeture égale à l'erreur de fermeture.



Dans le cas où les vérifications qui précèdent ne révèlent pas de fautes, il faudrait, simplement alors, recommencer le cheminement sur le terrain, jusqu'à ce qu'on trouve la faute qui se fait.

Une faute dans la lecture des distances soit: un manque de déclinaison de la planchette à l'un des sommets ou une déviation locale de la déclinaison.

Soit encore un déplacement du déclinaire en cours d'opération cette dernière faute n'est guère à craindre, du reste, que dans

les cheminements exécutés tant d'une station sur l'autre.

Pour ces fautes même correction que pour les fautes retrouvées sans recommencement du cheminement. Dans tous les cas, la faute étant retrouvée, le cheminement est corrigé d'une façon ou d'une autre, et l'écart de fermeture étant devenu admissible, on procède à la répartition.

Remarque.

Qu'il s'agisse du nivellement ou de la planimétrie, en cas de fautes, on peu souvent, dans le cours d'un levé, avant de recommencer les opérations proposées énoncées d'autres cheminements permettant de localiser cette faute.



Levé de Détail

planimétrique

On appelle détail tous les objets naturels ou artificiels qui se trouvent à la surface du sol et que le topographe doit représenter sur la minute.

Les constructions et le dessin au crayon sont fait immédiatement sur le terrain. La minute au crayon doit être arrêtée aussi nettement que si elle était faite à l'encre.

Un tableau commenté des conventions du dessin pour les levés de précision à l'échelle du $\frac{1}{10000}$ est remis à chaque opérateur; on s'y conformera strictement et on s'inspirera des indications fournies par les spécimens de minutes et calques remis à chaque topographe.

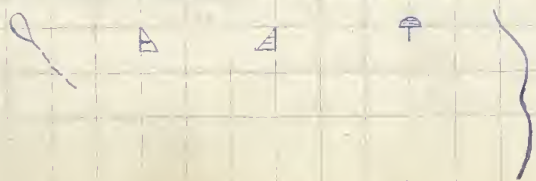
On sera guidé d'ailleurs par les considérations que voici :

On doit représenter sur la minute tous les détails que l'échelle du $\frac{1}{10000}$ permet d'exprimer

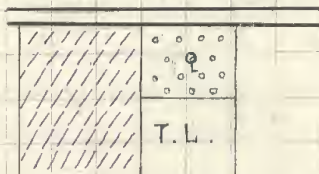
1^{re} Les communications: Elles sont indiquées avec les largeurs et les hauteurs conventionnelles stipulées par le tableau commenté; toutefois dans des traversées de village et lors que leur largeur est supérieure à la largeur conventionnelle elles sont représentées en vraie grandeur.



2^{de} Les cours d'eau: lavoir, abreuvoir, réservoir d'eau, les sources et les moindres filets d'eau.

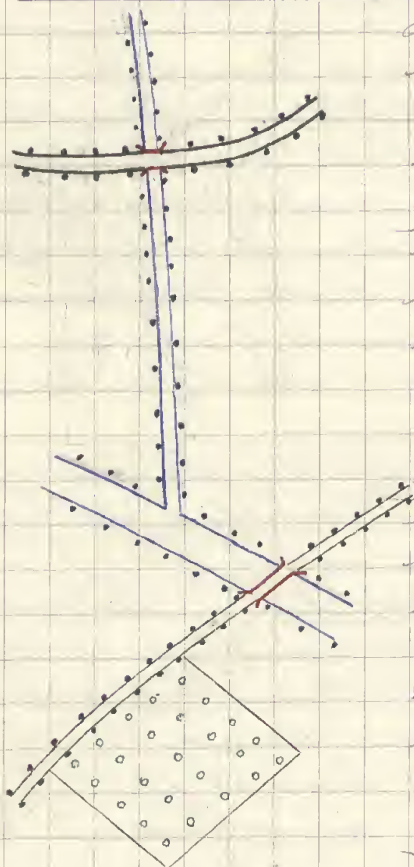


3° Les limites des masses de culture



Ces cultures sont indiquées par les initiales de leur nom. En comprenant d'ailleurs sous la dénomination de terre labourable toutes les cultures permanentes, prairies artificielles, plantes légumineuses.

4° Les arbres situés sur le bord des routes et des ruisseaux, dans les vergers et les terres plantées.



Des points ou de petits ronds marqueront les arbres isolés. Leur espacement ne sera pas réduit à l'échelle mais ne sera pas inférieur à 2 m⁰⁰. Les arbres des vergers terrains dont la culture principale est celle des arbres fruitiers, seront disposés suivant le modèle ceux des routes et chemins seront placés à l'extérieur, alors même qu'ils seraient réellement plantés à l'intérieur; ils seront d'ailleurs placés deux à deux sur des perpendiculaires à la direction de la voie; les arbres plantés sur les bords des fossés ou des petits ruisseaux seront placés au contraire en zig-zag. Les arbres isolés plantés dans les cultures diverses seront indiqués par de petits ronds placés irrégulièrement.

5° Les petits accidents de la surface du sol (plus 0^m 75 de haut) Bressans, vallées des chemins, ravins, trous, monticules, carrières, de...



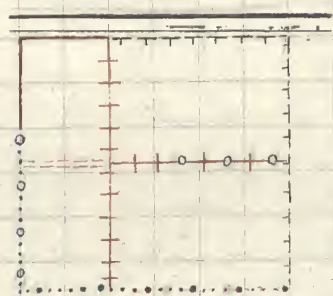
Les talus et les escarpement de roc seront indiqués par des brachures dirigées, pour les premiers dans le sens des lignes de plus grande pente, et pour les autres dans le sens des horizontales de façon à former des teintes dégradées.

Le sommet du talus doit être exprimé par un trait fin continu pour les talus en défilé. On signale sur le calque de généralisation accompagnant chaque minute les accidents de plus de 1^m30 de hauteur.

6^e Les habitations. — Les maisons ou groupes de maisons sont représentées à l'échelle avec dimension minima de 1mm.



7 Les clôtures en grilles en haies, en planches, en fil de fer, en levée de terre, en fossé.



Conformément aux conventions, que seuls les fossés de plus de 0,75 de profondeur et de largeur sont figurés sur les minutes; on signale sur le calque de généralisation accompagnant chaque minute que les fossés dont les dimensions sont supérieures à 1^m30.

8^{on} Les gués, les ponts, les bacs, les croix et autres objets remarquables, etc...



Lorsque dans un village on a de la peine à voir le détail intérieur des cours et dépendances des maisons, On détermine seulement le contour extérieur du massif sur la voie publique et l'on dessine au sentinelle

les contours intérieurs. On doit
toujours marquer exactement
les clôtures diverses qui forment
les limites du village.

Le travail de rédaction de la minute se
fait au gîte, il comprend la mise et
l'encre et les écritures de la minute ain-
si que l'établissement des colonnes.

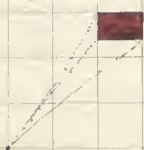
La mise au net doit être faite le
plus souvent possible au fur et à mesure
de l'avancement du levé sans attendre son
achèvement les documents sont établis con-
formément à ces modèles de mesures et des
calques. Les couleurs des différents traits
et lignes sont indiquées par la colonne
du tableau commenté relatif à cet objet.

Il est rappelé que dans l'encre de
chine et les couleurs doivent toujours être
fraîchement préparé on ne doit pas cher-
cher à utiliser les fonds de godets en y ajou-
tant de l'eau. Les encres de chine et cou-
leurs liquides doivent être proscrites. Il ne
sera fait usage que des encres, couleurs et
craions fournis par le service géographique le
prochage des constructions doivent être exécuté avec
le plus grand soin, soit au pinceau soit à la plume
(et en dernier lieu).

On ne tracera aucun cadre.

Les différents titres à inscrire sur
les minutes seront apposés au compas par
le chef de brigade, l'opérateur devra
toujours signer sa minute et indiquer
à côté de sa signature, la date d'ache-
vement de sa minute.

Pour lever une maison il faut
prendre 3 angles de cette maison
et du même point.



Instructions spéciales.

Préparation et programme.

Chapitre 1^{er}. Opérations préparatoires.

Les levés au $\frac{1}{10000}$ couvrent une grande étendue de terrain et se décomposent par conséquent en un grand nombre de minutes, qu'il est nécessaire de rattacher entre elle. D'où résulte 2 sortes d'opérations : celles destinées à assurer l'exactitude de l'ensemble et à préparer les levés de détail et celles du levé proprement dit au $\frac{1}{10000}$.

Les premières sont exécutées par un personnel spécial, les 2^{es} par des officiers ou sous-officiers de toutes armes détachés pendant quelque temps au près des diverses brigades de la section.

Opérations d'ensemble.

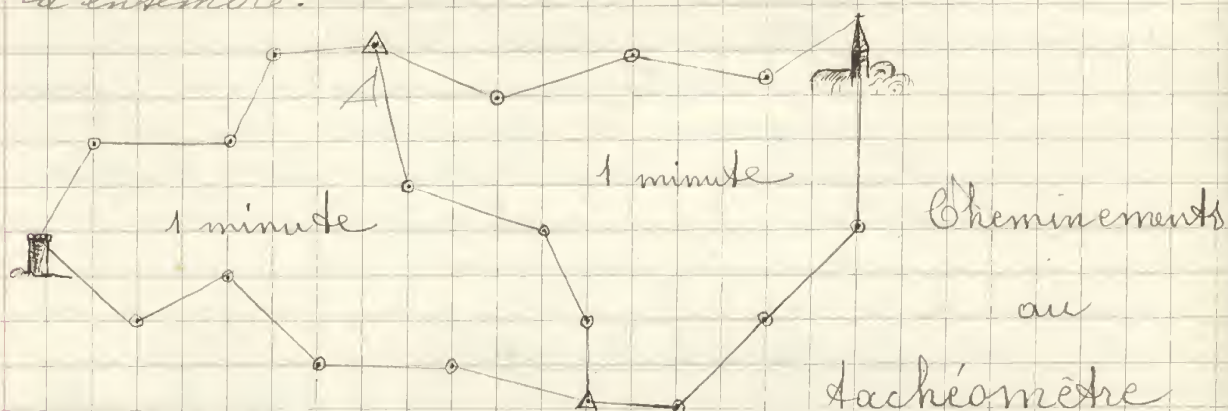
Afin de rattacher sans les levés partiels entre eux un canevas d'ensemble est indispensable. La triangulation du service géographique lui sert de base. Les points de cette triangulation n'ont plus aujourd'hui leur densité primitive par suite de la disparition d'un assez grand nombre de signaux. Bien que généralement supérieurs aujourd'hui à 4 ou 5 km leur espacement moyen actuel permet néanmoins qu'il serve à contrôler et à vérifier quand à la planimétrie les cheminement que les topographes de la section exécutent au tachéomètre.

Le réseau de ces cheminement est d'ailleurs complété par la détermination de quelques points remarquables.

En ce qui concerne l'altimétrie c'est
cheminement et son rattaché au altitudes
des repères du nivellement général de la
France au ministère des Travaux publics.

Les altitudes fournies par le ni-
vellement géodésique du service géogra-
phique lequel suffise pour une carte au
 $\frac{1}{80000}$ présente trop peu de précision pour
le but qu'on se propose ici.

Ces cheminement suivent les
routes et les chemins principaux; ils cons-
tituent avec les points de la triangula-
tion et les points remarquable, le canevas
d'ensemble.



Levés proprement dits

Les opérations précédentes déter-
minent sur le terrain comme un réseau
dont chaque maille, de 5 à 8 km² en moyenne,
correspond à une minute de levé et est, en outre,
subdivisée, s'il y a lieu par un ou le cheminement li-
traversant.

La feuille sur laquelle cette minute
sera établie, est remise, appuyée sur une plan-
chette, au topographe chargé du levé proprement
dit. Les différents points du canevas d'en-
semble (point de la triangulation, points
remarquables et sommets de cheminement)
qui ont été reportés à l'avance.

123

Chaque minute est accompagnée d'un carnet donnant les renseignements permettant de retrouver sur le terrain les points de ce canevas. Ceux-ci fournissent aux topographes des points de repères nombreux aux quels il rattachera toutes ces opérations en vue de la détermination.

En vue de la détermination de la planimétrie et de la représentation du figure du terrain par les courbes de niveaux

Programme du levé et du dessin.

Le travail consiste à déterminer la planimétrie du terrain compris à l'intérieur du cheminement circonscrivant le levé demandé et à représenter les formes de ce terrain par des sections horizontales équidistantes de 5 m. On n'impose pas d'achever une minute dans un temps donné il importe avant tout que le travail soit bien exécuté. Cependant l'expérience a montré qu'un topographe exercé parvient à lever en moyenne 1 km² soit 30 hectares, par jour; cette moyenne peut être moindre en terrain difficile à lever et suivant l'habileté des opérateurs; mais elle n'est jamais inférieure à 10 ou 12 hectares, même dans les régions les plus difficiles à lever les instruments employés sont décrits outre part.

Les distances sont mesurées à l'aide du jaloux-mire et de l'éclimètre, ce qui suffit du moment que tout le cheminement soit situé au-dessous du canevas d'ensemble tout donné d'avance; les petites distances peuvent être mesurées au pas.

Les distances mesurées soit avec la règle à éclimètre soit au pas, doivent être

réduites à l'horizon.

Les observations et les calculs des dénivellés (différence de niveau) sont enregistrés dans des carnets préparés.

Marche à suivre dans le levé du Observations. canevas de Détail

La méthode à suivre pour un levé au $\frac{1}{10000}$ comprendrait le levé d'un canevas d'ensemble, l'exécution de la planimétrie et les levés du figuré du terrain. Or, ainsi qu'on vient de le dire le canevas d'ensemble est fourni au topographe sur la minute qui lui est remise, il lui reste seulement à exécuter un canevas de détail, à lever la planimétrie et à définir le figuré du terrain à l'aide de sections horizontales et des altitudes de quelques points en dehors de ces sections.

C'est nous bornerons donc ici à donner la marche à suivre dans ces dernières observations.

Décomposition du levé.

La partie du terrain à lever sur chaque minute est, comme nous l'avons déjà dit, entouré d'un polygone et traversé, s'il y a lieu par un ou 2 cheminements. On dispose ainsi de points nombreux levés et nivelés, ces cheminements du canevas d'ensemble décomposent le levé en 2 ou plusieurs parties suivant le cas, il conviendra de procéder consécutivement, pour chacune de ces parties au levé du canevas de détail, à celui des détails de planimétrie et à la détermination des sections horizontales.

Cette marche permettra de se souvenir plus facilement du repérage des points, et elle donnera plus promptement, au topographe une expérience plus complète :

Choix entre les procédés.

Il semblerait à priori que, tout levé consistant dans la détermination d'un plus ou moins grand nombre de points, on peut à volonté employer indifféremment pour cet objet l'un quelconque des 4 procédés que nous avons décrits précédemment. Il n'en est pas ainsi; des procédés par intersection et par relèvement, plus rapides que les cheminement, si l'on avait à déterminer qu'un petit nombre de points, ne donne pas généralement toute la précision qui nous est nécessaire, à moins d'employer des précautions spéciales dont nous parlerons, mais qu'il n'est pas toujours possible de prendre; ce n'est qu'exceptionnellement que l'on a recouru à ces procédés à l'échelle du $\frac{1}{10000}$. Le procédé par cheminement en revanche est le plus simple et le plus précis; c'est celui qu'on devra employer presque toujours. Le procédé par rayonnement est le plus rapide, mais il est moins sûr que le procédé par cheminement; il n'est employé que pour le levé des détails comme complément du procédé par cheminement.

Canevas de détail.

Le canevas de détail sera constitué par des traverses plus ou moins nombreuses dont les premières s'appuieront toujours sur 2 points du canevas d'ensemble. Les suivantes s'appuieront sur les points des premières, dont on aura assuré et repéré la position.

Le levé de ce canevas doit être précédé d'une reconnaissance avec figurage et repérage de tous ces points. Il est indispensable que l'on puisse retrouver rapidement les sommets.

de ces traverses pour y appuyer facilement et sûrement les opérations du levé de détail.

Conditions pour les traverses.

Le nombre des cotés de chaque traverse sera autant que possible inférieur à une quinzaine mais ne devra jamais dépasser 25; la longueur de chaque côté variera suivant la pente.

Si la pente est faible et que l'on chemine, par conséquent, à peu près suivant les horizontales du terrain, les cotés pourront avoir de 100 et 120 m au maximum. Sur les pentes plus raides, il n'excéderont jamais 50 m.

De ces données, il est facile de conclure que les premiers cheminements devront être exécutés sur les chemins ayant les pentes les plus douces, ce qui permettra de leur donner sans inconvénient un développement de 1500 à 2000 m; et même de le porter jusqu'à 2500 et 3000 m si cela est nécessaire pour qu'on puisse les appuyer sur 2 points du canevas d'ensemble, en regard à la disposition générale de celui-ci. Les traverses dont les inclinaisons seront plus fortes seront levées en second lieu. Elles s'appuieront en général sur les points des ~~premières~~, qui auront dû être assez multipliées pour que la longueur de ces traverses secondaires n'excèdent jamais 1000 à 1200 m.

Ces conditions seront imposées par le procédé adopté pour la mesure des distances; procédé qui consiste uniquement dans l'emploi du jalay-mètre et des échelles stadimétriques de l'éclimètre (Les erreurs affectant les distances lues sur les échelles stadimétriques sont à peu près proportionnelles au carré de ces distances: leur expression théorique est en effet un mètre multiplié par D au carré $1 \times D^2$

D étant la longueur exprimée en hectomètres. Il est donc avantageux au point de vue de la précision de cheminer par cotés courts plutôt que par des côtés longs.

Si l'on mesure les distances à la chaîne les limites fixes ci-dessus s'allongeraient sensiblement. L'incertitude sur la mesure des distances est multible surtout au point de vue de la détermination des différences de niveau; elles seraient d'une importance pour la trace et la position des points sur un plan au $\frac{1}{10000}$ c'est surtout lorsque la pente est forte qu'une erreur sur l'évaluation de la distance conduit à des erreurs très sensibles sur la différence de niveau cherchée.

Il devra donc, autant que possible, éviter les pentes raides et cheminer suivant les lignes qui donneront des lignes de visée pentes inclinées sur l'horizon.

Trace et traverses.

Les traverses suivront généralement les chemins principaux qui ne feront pas partie du canevas d'ensemble, les bords des rivières, les *Malweges*, les crêtes, etc....

Elles ont pour but de déterminer 1. des lignes, se rapprochant le plus possible des détails de planimétrie que l'on y rattachera par raisonnement ou par mesure aux points; 2. et aussi de donner des côtes sur les lignes caractéristiques du relief du terrain. 3. Enfin de fournir des points de départ et de vérification pour les cheminements secondaires exécutés suivant des sections horizontales, comme nous le dirons plus loin. On doit chercher à réduire au strict nécessaire le nombre de ces traverses, tout en satisfaisant aux conditions ci-dessus.

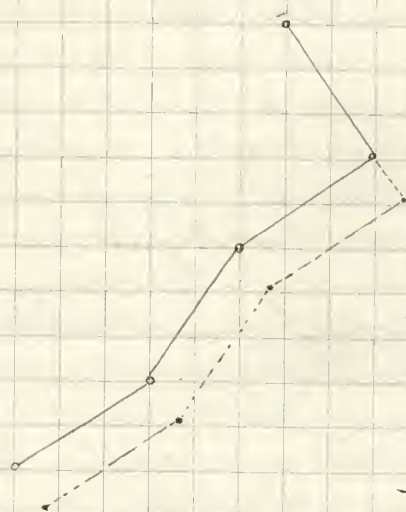
Lever des traverses principales.

Dans le lever par cheminement des traverses principales, on opérera par visées directes et inverse comme cela a été expliqué précédemment. Les observations seront inscrites dans le carnet en affectant à chaque côté 2 lignes continues.

On construira sur la planchette chaque côté à l'aide du biseau de la règle à éti-
mètre gradué en millimètre. On appréciera à
0,050 près la longueur de la projection obtenue
en faisant avec la règle à calcul de l'éclimètre
le produit de la distance mesurée suivant
la pente par le cosinus de cette pente.

On inscrira sur le carnet, la distance réduite à
côté de la distance mesurée. Puis on calculera immé-
diatement la dénivellation, en multipliant avec la
règle à calcul la distance suivant la pente par
le sinus de l'angle de pente corrigé. On se trans-
portera ensuite à la station suivante.

Vérification des constructions et des calculs.



Dès qu'on a achevé un cheminement
il faut le vérifier. Pour la planimé-
trie, on compare à l'aide du car-
net, les longueurs construites sur
le dessin avec les longueurs rédu-
ites à l'horizon. La faute que l'on com-
met le plus généralement consiste
à oublier de porter la longueur de
1 des côtés il faut alors recommen-
cer le tracé des directions à
partir du côté oublié.

Si l'on constate une faute sur
un côté ($m-n$), on la corrige,
ce qui s'effectue, par exemple
le point (n) en (n') on doit transporter tous les points
ultérieurs du cheminement parallèlement à $m-n$ et
d'une quantité égale à (nn') . Pour le nivellement,
on recalcule de nouveau les dénivellations obtenus sur
le terrain. On retrouve ainsi presque toutes les fautes
qui auraient été commises soit dans les constructions
soit dans les calculs.

Ecart de fermeture admissible

Après répartition des fautes que nous venons de voir, s'il n'y a pas de fautes l'écart de fermeture en planimétrie doit très rarement atteindre 1^m et ne jamais dépasser 1^m .

L'écart de fermeture du nivellement ne doit pas dépasser $0^m,40$ pour des traverses principales remplissant les conditions énumérées précédemment.

Recherche des fautes des mesures.

Si les écarts de fermeture dépassaient ces limites, il y aurait des fautes à rechercher dans les opérations. Mais, avant de recommencer celle-ci on pourra parfois lever une seconde traverse qui divisera la première en 2 parties. La comparaison des écarts de fermeture de cette traverse avec celui constaté pour la précédente montrera souvent dans quelle partie de celle-ci ont été commises. On ne recommencerait alors que cette partie.

Répartition de l'écart de fermeture.

Quand les fautes seront retrouvées on répartira sur les différents sommets de la traverse considérée l'écart admissible tant du plan que du nivellement. On obtiendra ainsi pour chaque point de cette traverse les positions et les altitudes comparées, que l'on regardera comme définitives.

Lever des traverses secondaires.

(ou de 2^{ème} ordre)

Dès que ces opérations seront achevées, on procédera au levé des traverses de 2^{ème} ordre, qui doivent subdiviser le terrain afin de multiplier les points de repère et les cotés, et de servir de plus près les détails à lever.

Ces traverses s'ajoutent à la fois souvent sur les points du canevas d'ensemble et sur ceux des

Traverses principales que par l'on aura du repérer convenablement. Leurs cotés sont affectés aux conditions énumérées plus haut pour leur levé on suivra la même marche que pour celui des traverses principales; mais, par économie de temps, excepté pour les cheminement fait dans les villages, on sautera une station sur 2 comme cela est expliqué plus haut.

Excepté pour les cheminement faci' suivant des pentes très raides, la faible longueur de ces cheminement secondaires fera que leurs écarts de fermeture ne dépasseront pas ceux que nous avons indiqués pour les traverses principales. Après recherches et correction des fautes que l'on aurait pu commettre on répartira les écarts restants sur les différents sommets des traverses.

Crayons.

Corrections nécessaires pour le dessin au

On ne saurait trop insister sur la nécessité de dessiner tous les détails avec une netteté et une correction telle que leur mise à l'encre ne présente aucune indécision même pour un destinataire différent de celui qui a fait le levé.

Le détail est fait au crayon dur.

187

Levés au $\frac{1}{10000}$

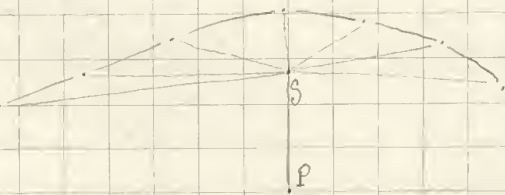
Détermination des points à côte ronde 2^e procédés pour la détermination des sections horizontales.

On peut déduire les courbes horizontales d'un certain nombre de côtes jetées sur le terrain en déterminant par interpolation graphique les points à côte ronde qui appartiennent à ces courbes. Mais il sera généralement plus exact et plus rapide d'en tracer directement un certain nombre en filant la courbe suivant l'expression contournée, et en interpolant les autres.

Dans ce dernier cas celui de la détermination directe, le point déterminé, que l'on doit toujours indiquer par un point sera accompagné d'une interruption de la section. Dans le cas d'interpolation graphique, il ne sera pas indiqué.

Détermination directe

Pour filer une courbe d'altitude donnée, on doit : 1^o déterminer à l'aide de visées horizontales les points du terrain à même altitude égale à la valeur donnée;



2^o Construire sur le dessin les points déterminés. Pour excuser ces opérations, il faut

d'abord chercher un point P du contour d'ensemble

ou de détail dont l'altitude ne diffère pas de plus de 1^m de celle de la courbe à filer, si cette condition n'est pas remplie il faut à l'aide d'un point P du canevas déterminer un point S du terrain dont l'altitude soit à peu près égale à celle de la courbe, et qui soit située à une centaine de mètres (120 M.) du point P pour cela, étant en station en P, on détermine d'abord la pente et la longueur de la ligne P.S. puis on calcule la dénivellée si l'altitude trouvée pour ce point S diffère par trop de celle de la courbe à filer, on fait déplacer l'aide en suivant la ligne de plus grande pente du terrain et on recommence ces mesures de pente et de distance jusqu'à ce que l'on trouve un point S du terrain dont l'altitude soit à peu près égale à celle de la courbe. On trace alors la direction de P à S, puis on se porte en ce point S pour vérifier par une visée inverse les déterminations de la visée directe que l'on vient de faire en P. Étant ainsi un point P. ou un point S, on filera la courbe de la façon suivante: Soit 160 l'altitude de la courbe à filer et 160^m80 l'altitude du point P ou S. on fait monter le voyant de 0^m80 au dessus de sa position habituelle (la hauteur du voyant était égale à la hauteur de la lunette au dessus du niveau du sol.) Si l'altitude du point de station avait été de 159,30 on aurait fait brasser le voyant de 0^m90 ($160 - 159,30 = 0,70$). L'opérateur fait alors face son aide sur un point du terrain coté 160^m en lui faisant faire face à la planchette et en visant avec la lunette mise à la pente zéro (la bulle entre ses repères). Il fait monter ou descendre l'aide sur le terrain jusqu'à ce que l'image du voyant tombe sur le trait zéro de l'échelle des quarts.

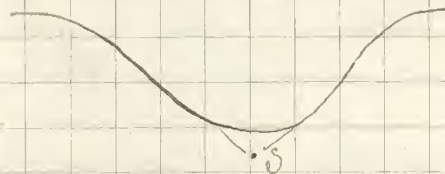
Il marque alors sur le dessin ce point de la courbe 160 en traçant la direction et mesurant la distance de la ligne qui joint ce point à la station.

Les autres points de la courbe sont ensuite déterminés de la même manière en faisant dépla-

ser l'axe suivant l'horizontale du terrain; la position de chaque point est ainsi obtenue par la sommation successive. Ces sommations peuvent être réduites en veillant à ce que l'amplitude de chacun des déplacements de l'axe soit moitié du précédent. Ces divers déplacements effectués dans le voisinage du point à déterminer se font en suivant la ligne de plus grande pente du terrain. L'amplitude des déplacements effectués le long d'une horizontale varie suivant la forme de la courbe à tracer. Dans ces opérations, la planchette doit être calée avec soin de façon de la bulle de niveau reste autant que possible entre ses repères dans les différentes positions de la règle. D'un point P ou S on détermine ainsi par rayonnement les différents points d'une courbe jusqu'à 150 m au maximum de ce point P. ou S choisi.

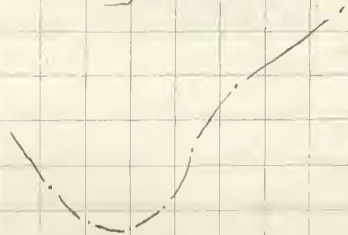
Choix des stations.

Quand la station présente une flexion assez brutique comme cela a lieu sur les arêtes et dans les gouttières, il est convenable de placer la station au point même de la flexion un peu plus bas dans le cas d'une arête et un peu plus haut dans le cas d'une gouttière; car alors les rayons visuels rencontrent la section horizontale sous des angles égaux et les erreurs dues à l'encombrement sur les distances ne déplaçant les points que dans le sens de ces visées, exercent sans influence notable sur la forme de la courbe cherchée.



Écartement variable des

points à déterminer



L'écartement des points à déterminer est le plus ou moins grand selon que le rayon de courbure de la section est plus ou moins petit.

Ainsi pour bien définir la courbe circonscrite, on mettrait entre les points des distances consécutives de 30 m, 50 m, 120 m.

Pratique du filage de la courbe

Il faut choisir le 1^{er} point de Station S dont l'altitude ne doit pas différer par trop de celle de la courbe à filer à une certaine de mètres (120 m. au maximum) d'un point P du canevas. On détermine la position de ce point S par une visée inverse sur le point P. Cette opération exige quelques adaptations pour faire aux deux conditions précédentes, puis on détermine les points de la courbe comme ci-dessus par rayonnement; pour prolonger la courbe au delà de 120 m on va mettre la planchette à une certaine de mètres (120 m. au maximum) de la position de ce filon, on choisit à nouveau la Station de la planchette en un point d'un l'altitude ne diffère pas trop de celle de la courbe à filer; la position de ce point est obtenue à la suite de l'opération précédente une visée inverse faite sur la dernière position du filon. On détermine alors à nouveau des points de la courbe à droite et à gauche de la planchette dans un rayon de 120 m. au maximum.

Pour cette détermination on doit fixer le voyant niveleur à une hauteur que l'on détermine pour la 1^{re} Station de planchette, ainsi qu'on l'a expliqué déjà.

Pour les Stations successives on doit fixer directement le voyant niveleur à la hauteur voulue jusqu'à ce que son image tombe sur le

fait Zéro de l'échelle des grades quand la bulle de niveau est entre ses repères.

Les stationnements à exécuter pour déterminer les stations de planchette deviennent insignifiants en opérant de la façon suivante:

Le topographe se porte en comptant ses doubles pas et en suivant à vue la direction de l'horizontale à une centaine de mètres du dernier point déterminé sur la courbe et sur lequel se trouve placé le jalou-mise; l'aide tenant ce jalou-mise regarde dans le viseur et fait signe au topographe quand il voit le milieu de son corps au milieu du champ du viseur.

La planchette mise en station en ce point se trouve alors dans une position convenable pour prolonger le tracé de la courbe horizontale.

Interpolation des points à côte ronde.

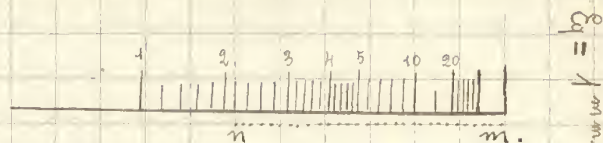
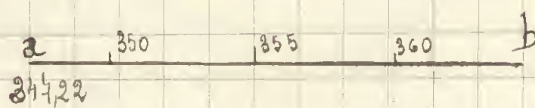
Les procédés suivants pour l'interpolation des points qu'on a estimés sur le terrain que la pente est sensiblement uniforme dans toute l'étendue d'un profil représenté sur le terrain par une droite A.B.

Voici comment on peut marquer sur ce dessin les points à côte ronde compris entre A.B.

La pente de la droite est connue.

Supposons d'abord que l'on connaisse l'altitude de l'une des extrémités (a) côté par exemple 247,22 et la pente du profil a.b., pente de 2,65 et par conséquent ascendante. Les points à côte ronde cherchés sont 350, 355, 360... On peut les cons-

suivre par 2 procédés.



1^o Les dénivellés entre a et ces points sont respectivement 2 m 78, 7 m 78, 12 m 78... Si l'on multiplie successivement, la cotangente de 29,65 par ces dénivellés on obtiendra, pour les points considérés leur distance au point a distance, avec les quelles on construira leur position sur le terrain. Ce calcul se fait à l'aide de la règle à calcul en divisant ces différences de niveau par la tangente de 29,65. Ce procédé est peu employé.

2^o Sur l'échelle du niveau de la règle (échelle des cotangentes marquée à égale distance 1 mm) l'écartement du trait extrême chiffré 100 g. par rapport au point où se lit 29,65 donne la distance horizontale m-n. qui, pour la pente de 29,65 correspondant à 1 mm sur le terrain ou en réalité à 10 m de différence de niveau on l'a mesurera en millimètres et par une proportion faite avec la règle à calcul, on en conclura le nombre de millimètres correspondant à la dénivellé 2 m 78 ce qui permettra de marquer d'abord le point à la cote 350, puis successivement tous les autres, en les espaçant de la longueur $\frac{1}{10}$ m. n. Ce procédé est très rapide pour les pentes raides parce qu'alors on peut souvent se contenter de marquer à l'estime la fraction de m. n. qui correspond à la différence de niveau cherché.

Le mieux, pour la pratique courante, est de combiner les 2 procédés. On peut calculer avec la règle à calcul le produit de cotangente 29,65 par 2 m 78, ce qui donnera le point 350; puis, en se servant de l'échelle des cotangentes, on mar-

quera les autres points et on vérifiera à l'estime que le calcul précédent n'était pas fautive,

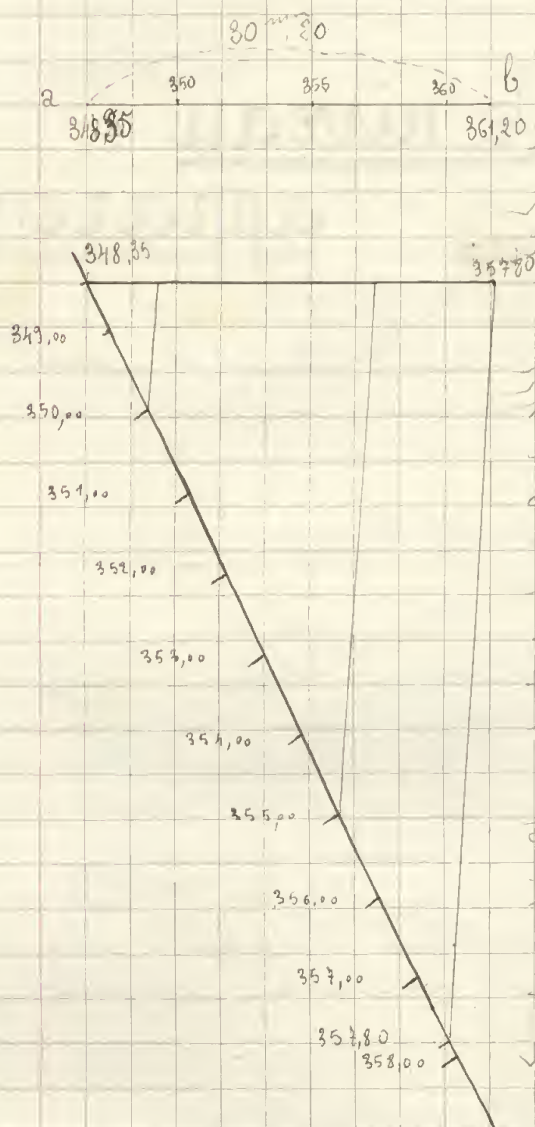
Les côtes des points extrêmes étant seul connu.

Quant on connaît seulement les côtes des extrémités a b. de la droite donnée, on pourra marquer les points à côte ronde intermédiaires de 3 façons. 1^{re} On fait la différence des côtes et l'on mesure en mm. la longueur a b. (soit restreintement pour la figure ci-contre R^m 85 et 30^m 20) puis on fait, avec la règle les proportions suivantes :

$$\frac{30^m 20 \times 1,65 \times 6,65 \times 11,65}{12,85} =$$

proportions dans lesquelles les valeurs 1^{re} 65, 6^{re} 65, 11^{re} 65, expriment les distances horizontales de a au point coté 350, 355, 360.

2^{re} On marque les divisions d'une droite a c. qui, partant par a serait divisée en échelle de pente et par serait les côtes connus et cherchés de la droite a b. pour cela, convenant de représenter chaque mètre par 1 cm par exemple on fait correspondre à a. le point du bord du double décimètre sur lequel on trait conventionnellement 348,35 et l'on marque en m. fr. c les points qui dans la même hypothèse serait coté 350, 355, 360, 361,20 puis avec l'équerre on mène par n. m. fr. des parallèles à b c par leur intersection.



avec a b, ces parallèles donnent les points à côte

rende, qu'il est bon de remarquer que pour obtenir les points par l'intersection des lignes qui ne forment pas des angles trop aigus, il faudra, selon la raideur de la pente, prendre sur le double-décimètre, 20, 10, 5, ou 2,5 pour représenter 5 m. de différence de niveau.

2^e pour les points vides on peut souvent faire la subdivision de a b. à l'estime, à vue, et obtenir encore une exactitude suffisante.

Erreur De niveau apparent

La sphéricité et la réfraction de la terre interviennent dans la détermination des dénivellés par la mesure des pentes tout au moins pour les longueurs vides.

Effet de la sphéricité de la terre

Soit S le point de station, S' le point visé de même altitude que le point S, or si nous admettons qu'un S nous avait un appareil qui nous donne horizontale le point S ne nous apparaîtra pas sur le même plan, mais notre instrument nous donnera une visée descendante. Pour nos calculs il faudra donc introduire une correction positive pour nos visées directes, une correction négative pour une visée inverse.

Effet de la réfraction.

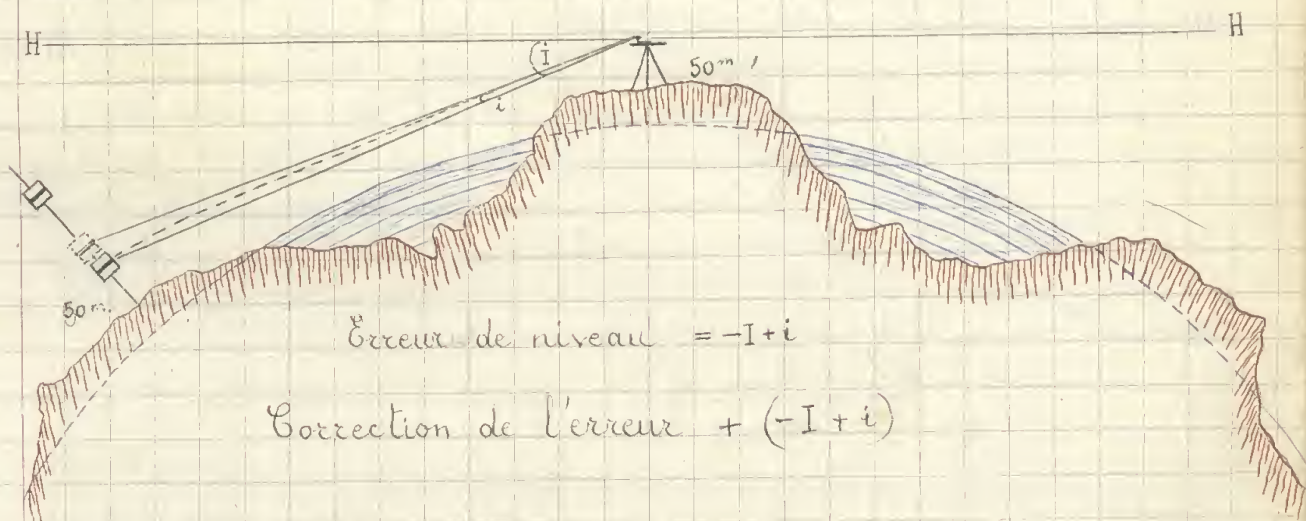
En raison de la réfraction les rayons lumineux ne paraissent pas être rectilignes présen-

ont une courbure de même sens que la courbure terrestre.
C'est ainsi que le point I est vu en I' ou bien
d'être vu en I - il y a donc lieu pour corriger cette
apparence d'introduire une correction négative.

Correction de l'erreur de niveau apparent

Les effets de la sphéricité de la terre et de la réfraction sont donc de sens contraire celui de la sphéricité est toujours prépondérant (6 à 10 fois plus grand). En conséquence on obtient la dénivellation réelle en ajoutant une correction toujours positive dite correction du niveau apparent à la dénivellation apparente calculée par la pente observée.

La formule du niveau apparent = $0^m,066 \times D^2$
(D en Km)



Aiguille aimantée

Propriétés de l'aiguille aimantée.

On sait qu'une aiguille aimantée librement suspendue par son centre de gravité prend dans l'espace en un lieu et à un instant donné sous l'influence magnétique terrestre, une direction fixe à laquelle elle revient si on l'en écarte.

On appelle inclinaison. L'angle que fait la ligne des pôles de l'aiguille avec le plan horizontal et déclinaison. L'angle qu'elle forme avec le plan méridien du lieu.

Si on équilibre l'aiguille de façon à annuler l'inclinaison, l'aiguille prend dans la position horizontale une position fixe, et donne par sa pointe nord, ordinairement bleue, la direction du nord magnétique faisant avec celle du nord vrai ou nord géographique.

L'angle de la déclinaison magnétique.

Déduisant tout de suite qu'en 1881 et pour nos régions, la déclinaison était occidentale ce qui veut dire que la direction du nord magnétique est à l'ouest du nord géographique et que sa valeur à Paris était de 13°. 15.

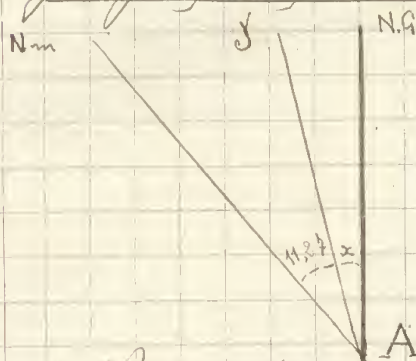
Azimuth magnétique



B Cette direction fixe, en un lieu et en un instant donné, matérialisée par l'aiguille aimantée est donc facile à réaliser, elle peut alors servir de direction, origine à laquelle on rapporte les autres directions.

Etant en station au point A, on appelle azimut magnétique d'une direction AB l'angle de cette direction avec la direction du nord magnétique. Par convention cet angle est compté à partir de la direction du nord magnétique et dans le sens direct.

Transformation de l'azimut magnétique en azimut géographique et en gisement



Il est évident que si nous connaissons la valeur de la déclinaison magnétique, d , au point A on passera de l'azimut magnétique $z.m.$ à l'azimut géographique $z.g.$ par la formule: $z.g. = z.m. - d$.

On passera de même au gisement G , si nous connaissons d' , que nous avons appelé précédemment déclinaison rapportée au cadastre, par la formule:

$$G = z.m. - d'$$

Pour éviter une faute de signe dans ces formules, il est bon de se graver dans la mémoire la figure.

La valeur de la déclinaison n'est fixe que pour un lieu et une époque donnée.

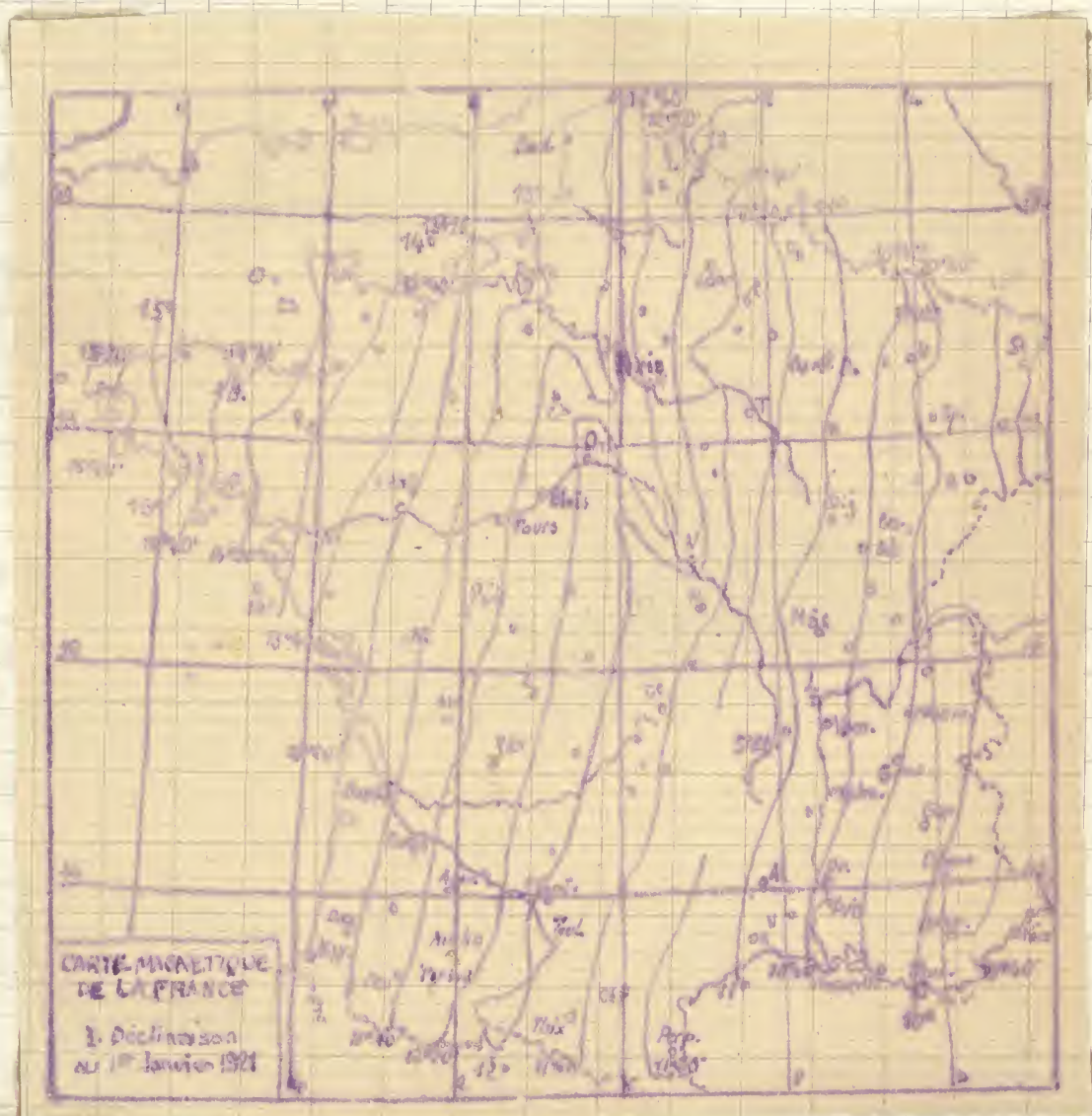
Il nous devient donc à étudier, la valeur de la déclinaison aux différents points du globe et aux différentes époques, autrement dit ces variations dans l'espace et dans le temps.

Variations de la déclinaison

Variations géographique.

La valeur de la déclinaison, aux différents points du globe, à une époque déterminée, ordinairement le 1^{er} janvier de chaque année est donnée sur pour la carte des isogones, c'est-à-dire des courbes d'égale déclinaison.

raison la figure ci-contre représente un fragment de cette carte et donne la valeur de la déclinaison en France à la date du

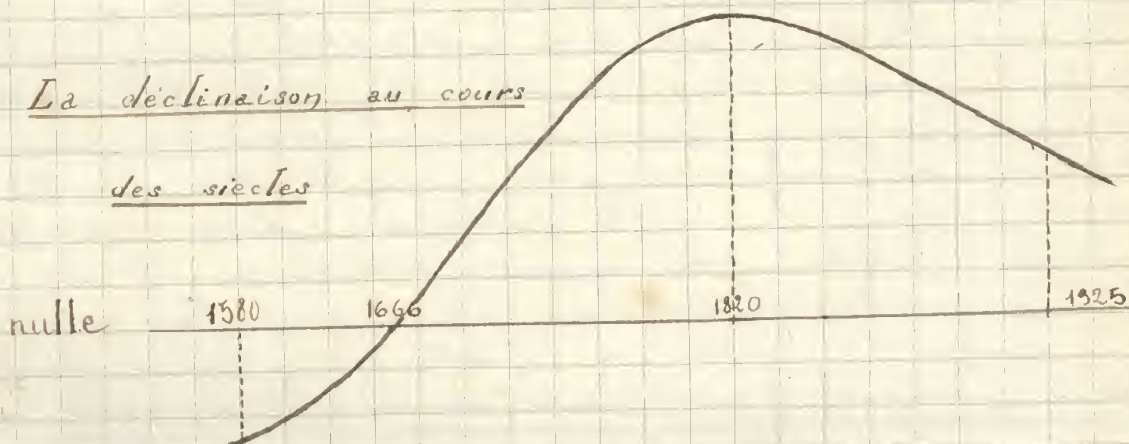


On voit sur cette figure que la variation est plus rapide d'autant que l'on est plus à l'ouest que tout le long nord-tud pour la France elle est dans ces 2 directions respectivement de $0^m 7$ et de $0^m 2$ par km. dans un rayon de 5 km environ la variation est donc toujours inférieure à 3^m . hors, dans les meilleurs instruments topographiques, l'appréciation de l'orientation de l'aiguille aimantée ne peut pas être faite avec une erreur moyenne inférieure à 5 ou 6 m .

On ne doit donc pas admettre pour toutes les opérations topographiques effectuées avec l'aiguille aimantée, que la déclinaison est constante dans un rayon de 5 km.

Variations séculaires.

La déclinaison varie lentement au cours

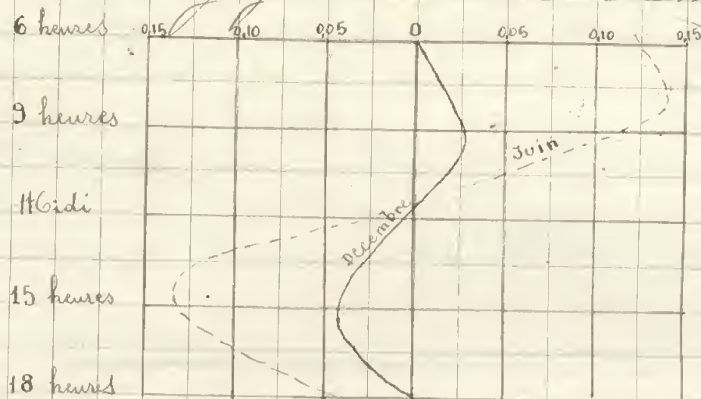


des siècles, elle était orientale en France au 16^{em} siècle, nulle au 17^{em} et a atteint un maximum occidental au début du 19^{em} siècle et sa valeur occidentale diminue actuellement d'environ 15 minutes centésimales par an. Cette diminution n'est d'ailleurs pas régulière.

Il s'ensuit que dans un même lieu, on doit tenir compte des observations séculaires de la déclinaison environ tous les 5 mois.

Variations diurnes.

Dans la période d'un jour la déclinaison oscille de part et d'autre d'une valeur moyenne qu'elle possède à 10 h et à 18 heures. La figure montre l'amplitude



L'amplitude et la phase de cette oscillation de 6 heures à 18 heures. L'amplitude varie d'un mois à l'autre; elle est maximum en juin minimum en décembre. on voit qu'en juin la variation peut atteindre $15'$ entre 6 h. et 18 h. Elle est donc très importante et peut influencer grandement sur la précision des opérations topographiques.

Il peut être nécessaire pour des opérations de canevas de neffectuer de mesure qu'à certaines heures pour lesquelles la variation n'est pas trop importante par exemple entre 10 h. et 14 heures ou même entre 12 h. et 15 heures ou d'apporter une correction aux observations suivant l'heure à laquelle elles ont été exécutées.

Déviations locales.

Le champ magnétique terrestre peut être localement modifié par des masses de fer ou d'oxyde de fer magnétique situées à proximité de l'aiguille aimantée; celle-ci subit

alors une déviation plus ou moins importante (proportionnelle à la masse agissante et inversement proportionnelle au carré de la distance de cette masse)

Ces terrains riches en oxyde de fer magnétique contiennent ordinairement par des roches volcaniques peuvent avoir ainsi une grande influence sur la déclinaison qui devient alors très irrégulière.

Il est le plus souvent les déviations locales sont dues à des objets en fer; les déviations sont appréciables, approximativement: pour une grille en fer jusqu'à 10 m. pour des rails de chemins de fer jusqu'à 6 m. pour une mitrailleuse jusqu'à 2 m., pour un casque en acier jusqu'à 10 cm. pour une montre en acier jusqu'à 5 cm.

Ces déviations peuvent être dues aussi à des courants électriques de grande intensité. Les déviations locales peuvent introduire dans les opérations topographiques des erreurs très importantes, et d'autant plus dangereuses qu'on ne les soupçonne souvent pas.

On a vu la méthode que j'emploie pour découvrir ces déviations.

Condition que doit remplir l'aiguille

aimantée

L'aiguille aimantée employée dans les instruments de topographie est montée et équilibrée sur un pivot vertical solide de la manœuvre.

Elle doit satisfaire aux conditions suivantes:

L'aiguille doit être mobile.

On s'en assure en la déplaçant de sa position d'équilibre à laquelle elle doit revenir par des oscillations régulièrement décroissantes.

et non pas brusquement.

L'aiguille doit être suffisamment aimantée

Elle satisfait à cette condition si ayant été dérangée de sa position d'équilibre, elle y revient par des oscillations assez rapides.

L'aiguille doit être équilibrée

Les variations de l'inclinaison ou la diminution de l'aimantation peuvent déséquilibrer l'aiguille qui n'oscille plus dans un plan horizontal. Il est alors nécessaire de recharger l'une des pointes avec un peu de cire.

La monture et les pièces de l'instrument voisines de l'aiguille aimantée ne doivent pas contenir de fer.

Instructions sur la tenue des Documents et calque de points cotés

Carnets de repérage

Ce carnet est destiné à fournir au topographe chargé de lever une minute tout les renseignements contenus dans le carnet de cheminement et de balisement dont il aura besoin pour retrouver sur le terrain et sur la minute et pour repérer sur les calques des points et de l. carnet de détail les points du carnet d'ensemble intéressant cette minute.

Il y a donc pour chaque minute de levé un carnet de repérage portant le même numéro que cette minute (chiffre romain) du même format que les carnets de détail et qui doit être emporté sur le terrain au cours des opérations de levé.

Le carnet de repérage contient les ^{indices} opérations suivantes :

1° Sur la couverture

- a) En tête les numéros de la feuille au $\frac{1}{50000}$ le numéro de la minute, l'année de l'opération et l'échelle du levé.
- b) Un graphique indiquant comme sur la carte d'ensemble la disposition de la minute par rapport aux voisines, les numéros de celles-ci ceux des cheminement qui les séparent enfin ceux des carnets qui contiennent les cheminement ou les points de

balisement correspondant.

c) Au dos de la couverture, la liste des points géodésiques situés sur la minute et dans son voisinage, avec l'indication de l'altitude de ceux qui ont été rattachés au canevas d'ensemble et des motifs du rejet de ceux qui n'ont pu être utilisés pour la préparation.

2° L'intérieur du carnet.

d) La liste des points de chaque cheminement avec leur désignation, leur altitude et leur référencement par rapport aux objets du voisinage.

Chaque cheminement est séparé des voisins par un trait horizontal et désigné par son numéro et celui du carnet où il figure. Ex:

32-VI

Chaque point du cheminement est désigné par son numéro dans le cheminement suivi de la page du carnet où se trouvent les calculs. Ex: 13-11

e) La liste des points de balisement situés dans la minute et dans le voisinage avec l'altitude du point de mire pour chacun d'eux.

Chaque point de balisement est désigné par une grande lettre la même que sur les feuilles de calcul suivit du numéro de balisement et de la page de ce carnet où se trouve le point.

Toutes ces inscriptions sont faites à l'encre rouge. Ex: D VII
30

En face de chaque point de balisement est un croquis donnant les indications nécessaires pour le retrouver, posture et forme de l'objet ou signal ou de la balise tout explicitement par rapport aux objets voisins, et...)

Le carnet de repérage est envoyé au Service géographique avec la minute correspondante.

Minutes du levé

Les minutes du levé doivent porter sur le dessin de la planimétrie et du figure du terrain exécuté conformément au tableau commenté des signes conventionnels les points géodésiques et tous les points cotés déterminés au cours de la préparation et du lever proprement dit (y compris les points extérieurs aux limites du travail qui peuvent être utilisés pour celui-ci).

Les points sont piqués à l'aiguille. Toutes les altitudes sont inscrites au crayon noir à côté des points correspondants et à l'extérieur du levé. Les signes distinctifs (ronds, losanges ou triangles caractéristiques). Ainsi que les lettres et numéros donnant la désignation et le repérage des points du canevas d'ensemble sont tracés au crayon noir au moment de la préparation de la minute.

Ces lettres et numéros sont inscrits à gauche des points.

Toutes ces indications au crayon lors de la mise à l'encre de la minute, la minute reçoit à l'extérieur du dessin les inscriptions nécessaires pour la repérer avec les minutes voisines.

Elles y sont imprimées au compresseur par l'officier chargé de la préparation de cette minute, et sont complétées ensuite par le topographe à la fin des opérations; les numéros des minutes limitrophes sont, en outre imprimés à L ou 3 en de hors du dessin.

Enfin le cadrillage bleu (carréaux modules) (méridiens et parallèles) est tracé et numéroté par le préparateur sur la minute avant le report des points du canevas.

Carnets de détail

Ces carnets reçoivent sur le terrain même l'enregistrement au crayon des visées et le calcul des altitudes.

Ils doivent être tenus avec beaucoup de soin et de clarté, de manière que les recherches y soient faciles. La désignation des points, les lectures de distance et de pente et les altitudes compensées sont mises à l'encre tous les soirs. Le reste des inscriptions peut être laissé au crayon.

Chaque carnet est repéré, sur la couverture, par les numéros de la feuille au $\frac{1}{50000}$ celui de la minute à laquelle il se rapporte (chiffres romains) et le numéro du carnet de cette minute (chiffres romains). Un même carnet ne correspond qu'à une seule minute mais à chaque minute peuvent correspondre plusieurs carnets; la couverture du carnet porte encore l'échelle du levé l'indication de la légion ou groupe, le nom de l'opérateur et les dates du commencement et de la fin des opérations dans le carnet.

Les procédés employés pour les levés aux grandes échelles sont le cheminement et le relèvement combinés tous deux avec le rayonnement et parfaits avec l'intersection.

Le cheminement est employé de préférence le long des voies de communication et dans les terrains de parcours facile; le relèvement dans les terrains de parcours difficiles en dehors des grandes lignes de perspective pour la représentation du figure du terrain. Le cheminement des courbes (filage) est avantageux dans les terrains à formes molles et indécises c'est-à-dire en plaine, sur les plateaux, dans les vallées, le long de la crête et du pied des versants. Le relèvement, au contraire, est le procédé nor-

mal de levé de terrains accidentés et doit alors être employé sur les lignes de faite, les contaforts et les versants. Le cheminement est d'un emploi plus fréquent au $\frac{1}{100000}$ qu'au $\frac{1}{200000}$, parce que les levés s'exécutent généralement au $\frac{1}{100000}$ en terrain moins accidentés et que la grandeur de l'échelle permet d'espacer d'avantage les points de cheminement sur le papier. Le relèvement au contraire, est surtout avantageux à l'échelle du $\frac{1}{200000}$, où l'on opère le plus souvent en terrain montagneux, et où la réduction de l'échelle le favorise la précision de l'intersection des visées.

à l'une comme à l'autre échelle les procédés trouvent leur application, c'est une question de dosage. Les opérateurs doivent donc éviter de se confiner par habitude dans un procédé unique (cheminement ou relèvement) et s'exercer à appliquer chaque procédé au cas particulier. Quel qu'il soit, le rayonnement est le complément indispensable du cheminement et du relèvement. Pour le lever de détail, il permet d'étendre le levé de part et d'autre de l'itinéraire suivant sans la limite de précision de l'instrument et de la visibilité du terrain. Son emploi est donc favorable à la précision et à la rapidité des opérations. L'emploi de l'intersection est moins fréquente et moins avantageuse, parce qu'il peut entraîner à dessiner le terrain à des distances trop grandes.

Cependant, si l'on existe des objets bien visibles en dehors de la zone où le rayonnement est possible, ^{mais} dans un rayon de quelques centaines de mètres il peut y avoir avantage à les intercepter. Ce procédé peut d'ailleurs servir pour remplacer le rayonnement en terrain de parcours difficile.

Les cheminement et les relèvements s'exécutent dans une même journée d'opération.

sont inscrits dans le carnet à la suite les uns des autres. Chacun d'eux est séparé par un trait des cheminement ou relèvement voisin.

En tête des opérations de chaque journée on inscrit la date de cette journée en tête de chaque cheminement de détail on inscrit son numéro d'ordre dans la minute (chiffres arabes) et l'indication de ces points d'après comme il a été dit. Les points de chaque cheminement possèdent un numéro d'ordre dans le cheminement. Pour ceux de ces points qui se trouvent sur une courbe filée, ce numéro est précédé de la lettre C (C₁, C₂). On indique, par un croquis, si il y a lieu dans la colonne supérieure, la position de chaque point de cheminement par rapport aux objets voisins.

En tête de chaque station de relèvement on écrit le mot "relèvement". Les vitesses relatives à la détermination de la station sont groupées à la suite l'une de l'autre; le point de station est désigné par une petite lettre accompagnée du carré module dans lequel il se trouve sur la minute (B $\frac{1}{6}$). Les vitesses d'intersection et de relèvement sont inscrites sur le carnet à la suite de celle des stations de cheminement ou de relèvement où elles ont été faites.

Si la station est un point du canevas d'ensemble dont les éléments ne figurent pas sur le carnet de détail on écrit la désignation au milieu de la page et en tête du groupe de vitesses et de rayonnement et d'intersection faites de cette station.

Les points d'intersection sont désignés sur le carnet, comme les points de relèvement, par une petite lettre accompagnée de l'indication du carré de la minute dans lequel se trouve le point.

On ne doit pas employer 2 fois la même lettre.

Sur le même carré module ni sur la même page du carnet.

En face de chaque visée d'intersection, on destine d'abord la colonne respectivement le croquis de l'objet visé; on désigne cet objet et on indique les pages du carnet où se trouve les autres visées sur le même point d'intersection.

Les points de rayonnement sont désignés sur le carnet, par la lettre T accompagnés d'un numéro d'ordre dont la série recommence pour chaque station (T1. T2).

Les calculs d'altitude sont inscrits, pour chaque visée sur la même ligne que les données; ils sont faits sur le terrain même, à l'aide de la règle à calcul, et des que les points sont déterminés. On emploie, pour les cheminement, les distances mesurées au filon-mire suivant la pente avec le sinus de l'angle pour les visées d'intersection et de relèvement, les distances horizontales mesurées sur le papier au double décim. avec la tangente de l'angle de pente.

Après les calculs, les altitudes sont comparées: pour les points de cheminement, pour la représentation de l'écart de fermeture; pour les points d'intersection ou de relèvement en prenant la moyenne des résultats partiels obtenus pour les diverses visées qui ont servi à déterminer le point.

Pendant les levés de détail on ne doit jamais oublier l'inscription sur le carnet des lettres et numéros qui désignent les points, ni l'indication de la nature des visées (d ou i) ni la correction des angles de pente de la valeur de l'erreur de collimation (qu'il est facile de vérifier au cours des cheminement successifs exécutés au cours de la journée).

On ne doit jamais recommencer les carnets de détail qui doivent être transmis en original au service géographique en même temps que les minutes correspondantes.

Calques des points cotés

Le calque est la reproduction de tous les ^{astrométriques} points et même des points excentrés qui peuvent être utiles pour le levé c'est donc un document de première importance qui doit être constamment tenu à jour et établi avec le plus grand soin.

Il porte les indications de repère et excentrés au travail qui figure sur la minute. Les points géodésiques sont distingués par un triangle avec leur nom ou leur désignation le tout à l'encre bleu.

Les points de cheminement du canevas d'ensemble sont entourés d'un petit cercle de la couleur attribuée au cheminement sur la carte. Ils sont reliés entre eux par des traits de cette couleur ^{ou} pour les cheminement qui bordent ces triangles pointillés pour ceux qui les traversent. On inscrit en même couleur le long de ces traits vers le milieu et si c'est nécessaire vers les extrémités de chaque cheminement son numéro dans la feuille (C.A.) suivi du numéro du carnet qui renferme les calculs (C.R.).

Ex. 34-VI. En outre, un point au moins de chaque cheminement est accompagné, sur le calque du numéro de ce point dans le cheminement suivi de la page du carnet où il se trouve (chiffre A.) Ex. 13-11.

Les points de balisement sont indiqués sur le calque, par un losange et désignés par une lettre (la même que sur le fascicule) suivie du numéro du carnet de balisement (C.R.) et de la page de ce carnet (chiffre A.) où se trouve le point, le tout à l'encre rouge. Ex B $\frac{VII}{15}$ \diamond

D'une manière générale on désigne sur le calque par un des moyens indiqués ci-dessus tous les points de départ et d'arrivée des cheminement du canevas d'ensemble même s'ils sont situés

dont une autre feuille. Tous les points de détail sont figurés sur le calque par un simple point noir. Tous les points de cheminement de détail sont reliés entre eux par des traits noirs, pleins pour les cheminements ordinaires, pointillés pour les cheminements de contour. Ces traits s'arrêtent à un non. des points.

Le repèrement et la désignation des cheminements de détail et des points de ces cheminements sur le calque se font comme il a été dit ci-dessus. à propos des cheminements du canevas d'ensemble, mais à l'encre noire.

Ex (15-11) (11-8)

Les points d'appui sont indiqués de la même manière.

Les points de détails déterminés par relevement ou intersections sont désignés sur le calque par une petite lettre (la même que sur le carnet) inscrite à l'encre noire et suivie des numéros du carnet (C.R) et de la page de ce carnet (C.A) où se trouve les calculs du point. Ex d $\frac{11}{12}$. Les points de rayonnements sont réunis par des traits noirs pleins pour les points ordinaires, pointillés pour les points de contour au point de station d'où ils ont été déterminés et par conséquent, le même numéro d'ordre que sur le carnet. Si la station appartient au canevas d'ensemble, l'un au moins de ces points de rayonnement doit porter sur le calque au lieu de son numéro d'ordre, comme il vient d'être dit, les numéros du carnet de détail (C.R) et de la page de ce carnet (C.A) où se trouvent les calculs.

Les indications de repèrement (lettres ou numéros désignant les points, numéros des carnets etc) sont toujours mises autant que possible à côté et à gauche du point.

L'altitude, au contraire est inscrite à côté et à droite des points, à l'encre rouge pour la cote du point de mire, à l'encre noire pour la cote du sol qu'il s'agit de ^{le point} du canevas d'ensemble ou du canevas de détail.

Comme il a été dit plus haut en écrit par sur le calque les indications de repèrement de tous les points. Les traits qui individualisent les cheminement et rattachent les rayonnement à leurs points d'origine permettent de décharger le calque d'une partie de ses inscriptions de plus ces traits combinés avec les points cotés fournissent l'expression graphique de la topométrie du levé.

Des même, et bien qu'en principe toutes les côtes d'altitudes doivent figurer sur le calque ou peut, si c'est nécessaire pour ne pas surcharger ce document et éviter des confusions de des pentes d'y inscrire certaines côtes d'importance secondaire, mais à la condition expresse que les points correspondant y soient nettement marqués et qu'il soit facile de retrouver les altitudes sur les carnets au moyen des indications des repèrements définis ci-dessus.

Cependant, les altitudes des points importants de la planimétrie ou caractéristique du figure du terrain et en général toutes celles qui doivent être portées sur les éditions au $\frac{1}{10000}$ ou au $\frac{1}{20000}$ doivent toujours être inscrites sur le calque et les points géodésiques et ceux du canevas d'ensemble sans porter l'encre sur le calque par le topographe avant le commencement du levé, d'après les inscriptions faites sur la minute et sur le carnet de repèrement.

Les points de détail sont reportés à l'encre finalement; d'après la minute, le carnet de détail et le calque provisoire emporté sur le terrain (instruction du 2 juillet 1950).

Les calques des points cotés sont envoyés au service géographique à la fin de chaque campagne de levé, en même temps que les minutes correspondantes.

Autres colonnes.

Tout les autres colonnes possèdent également
les mêmes inscriptions extérieures que les minutes.

Les formes du terrain et leur représentation

Il est indispensable au topographe de posséder des connaissances générales sur les formes du terrain.

La surface du sol est modelée suivant des lois dont la connaissance facilite beaucoup le travail de l'opérateur.

La terre gazeuse à l'origine, s'est peu à peu condensée passant à l'état liquide puis à l'état pâteux; enfin la surface s'est solidifiée c'est le sol que nous foulons.

Tout le mince enduit de terre recouvre l'écorce terrestre est formée de roches stratifiées. (c'est-à-dire disposées en couches parallèles d'inclinaison variable) et de roches massives, dépourvues de toute stratification.

Plissements d'origine interne

Le noyau de la terre en se refroidissant s'est contracté; par suite la couche solide formant écorce a dû pour se mouler sur son contenu se plisser. C'est à cette cause interne qui se continue encore de nos jours que sont dues les formes générales du sol.

Erosion.

C'est l'action destructive à laquelle est

devenir la surface continentale.

Les principaux agents sont : la chaleur solaire, le gel, dégel ; les actions chimiques de l'air et de l'eau, la mer le vent et surtout l'eau de pluie.

Les règles de formation des plissements d'origine interne qui créent le modèle d'ensemble ne sont guère accessibles, il n'en est pas de même de celle de l'érosion qui peuvent être observées.

Lois de l'érosion.

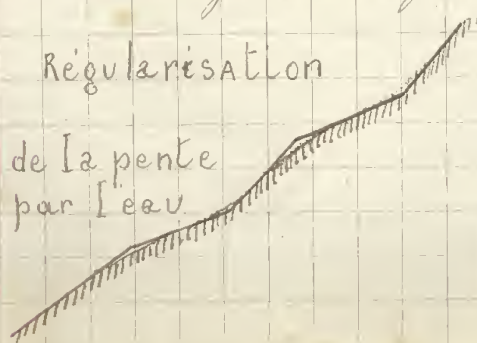
On appelle surface structurelle la surface du sol telle qu'elle résulte du seul fait des plissements d'origine interne et surface topographique la surface actuelle c'est à dire la surface structurelle modifiée par l'érosion.

Un versant est une surface en pente. L'intersection de 2 versants donne lieu : soit à une ligne de faite qui est une ligne de partage des eaux soit à une ligne de Thalwegs qui est une ligne de réunion des eaux.

Soit à une ligne de changement de pente.



Un Thalweg se joint à un autre Thalweg. Toute ligne de faite se rattache à une autre ligne de faite.



Régularisation
de la pente
par l'eau.

Les lignes de Thalwegs et les lignes de faite encadrent complètement le terrain.

Partout où la pente d'un cours d'eau présente des discontinuités, le jeu naturel du ravinement, des rapides et de l'alluvionnement dans les biefs plus tranquilles.

And à regulariser la courbe du profil en en faisant peu à peu disparaître les brisures et à établir ainsi la continuité des pentes.

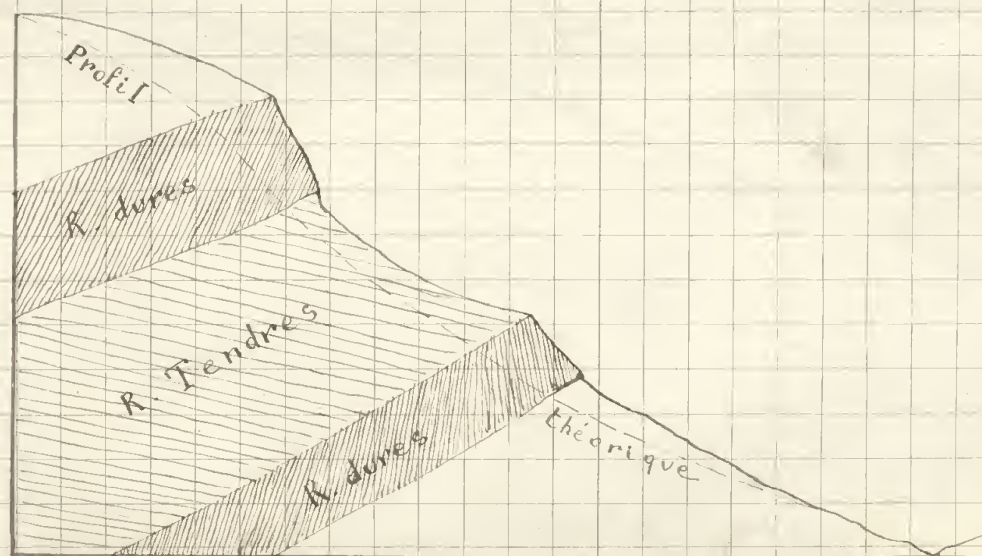
Un terrain peut être considéré comme uniquement composé de versants se succédant l'un à l'autre, en bas sur les lignes de talwegs en haut sur les lignes de faite. Le modèle est régulier quand le terrain est homogène.

Le modèle est irrégulier quand la dureté et la disposition des roches qui constituent le terrain ne sont pas semblables et accusent des changements plus ou moins grands.

On peut aussi rencontrer des modèles spéciaux dus: à la perméabilité du sol qui empêche le ruissellement, à l'action volcanique, l'érosion s'exerçant difficilement sur les lavas (d'où terrain à cuvette).

Il l'action des glaciers anciens (terrain à cuvette). — ~~réseaux~~ hydrographique mal défini. au manque de pluies (région désertiques soumises surtout à l'influence éolienne (vent)).

D'où modèle très indécis, aux dunes de sables. — région des landes par exemple.



Représentation Des formes Du terrain

Procédés employés

Le procédé de représentation employé doit réunir les conditions suivantes:

- 1^o Permettre de trouver l'altitude ou moins approximative d'un point quelconque du plan;
- 2^o Exprimer les pentes;
- 3^o Faire ressortir les formes du terrain d'une manière aussi expressive que possible.

Procédé des points cotés.

Le mode le plus simple consiste à déterminer planimétriquement un nombre de points assez grand pour qu'on puisse admettre qu'en de l'un de ces points la pente est constante.

Les 2 premières conditions seront alors remplies, mais la troisième ne le sera pas du tout. C'est que le terrain sera un peu accidenté, la surface ne pourra être déterminée que par un nombre considérable de points cotés, qui surchargeront la carte et qui ne permettront pas de discerner facilement les formes générales du terrain.

Procédé des courbes hypsométriques.

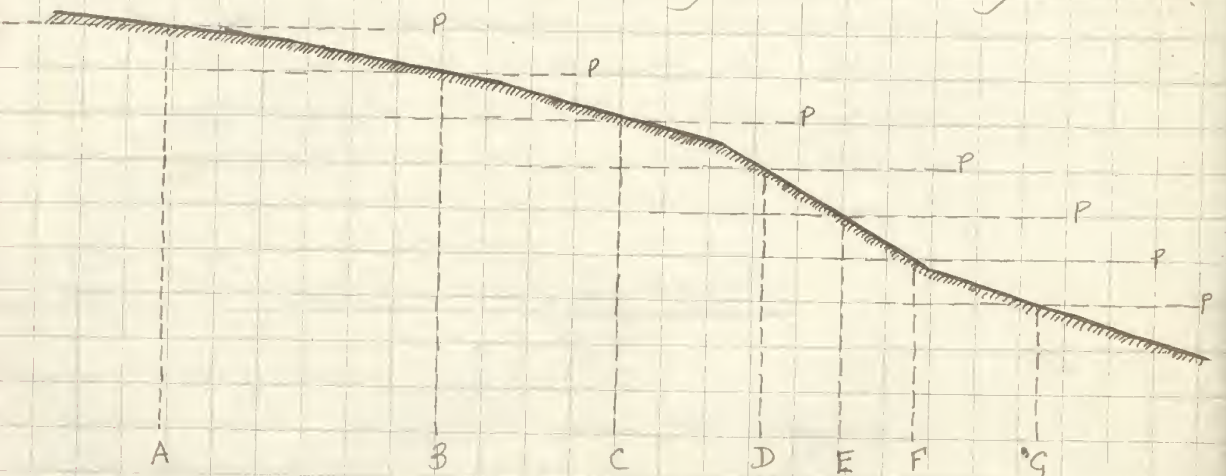
Si l'on s'arrête avec le mode précédent de se faire une idée de la forme du terrain, on serait conduit à rechercher les points de même cote de façon à voir par là les points qui sont de niveau et celles qui sont

Malgré au moment élevé ce travail sera très long et très laborieux la difficulté a été surmontée de la manière la plus heureuse en réunissant tous les points de même cote par des courbes de niveau. Il en résulte une grande simplification puisque chacune de ces courbes est définie par une seule cote et une représentation des formes du terrain qui parle aux yeux.

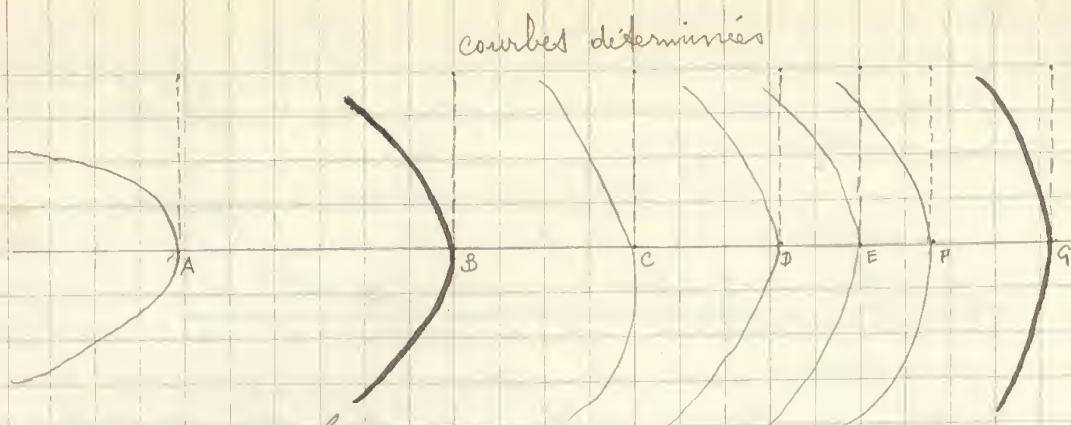
Equidistance

Il faut pour que le résultat soit pleinement atteint il faut que ces courbes différentes représentent des altitudes régulièrement espacées car leur écartement sur le plan permettra alors d'apprécier la pente du terrain.

Il faut en d'autres termes, que ces courbes soient des sections horizontales du terrain par des plans horizontaux et équidistants P, P', P'' . On recherchera donc sur le terrain ces sections horizontales par les procédés que nous verrons plus loin et on les déterminera planimétriquement.



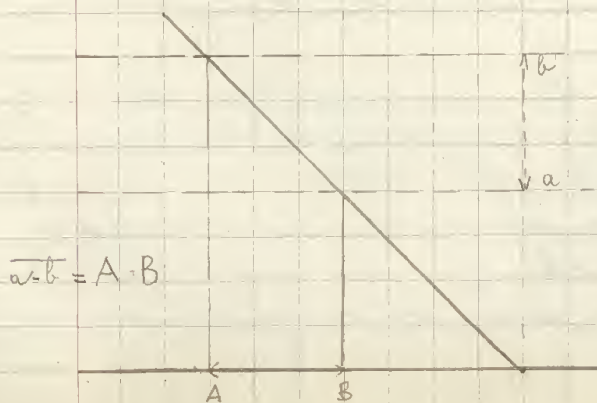
Profil du terrain coupé par des plans horizontaux et équidistants et détermination des points de courbe A.B etc.,



Le terrain sera déterminé avec d'autant plus de précision que l'équidistance des sections sera plus faible. Cette équidistance dépendra donc surtout de la précision recherchée. Elle ne devra cependant pas être trop faible, car cela conduirait à un nombre de courbes trop grand, demandant trop de temps pour leur détermination et surchargeant le dessin.

Equidistance graphique

On doit estimer l'équidistance à une limite inférieure, imposée par la condition de l'écartement des courbes sur le plan qui ne devra jamais être inférieur à $\frac{1}{4}$ de mm., sans quoi on ne pourra pas pratiquement tracer les courbes voisines. Si l'on admet que la pente maxima qui puisse se présenter est celle d'une droite AB inclinée de 50° sur l'horizon,



On voit sur la figure que dans ce cas limite, l'écartement des courbes est égale à l'équidistance des plans P et P' ; si l'on veut donc que l'écartement minimum corresponde pendant à cette pente maxima soit de $\frac{1}{4}$ de mm sur le plan, il faut que l'équidistance

distance requise à l'échelle appelée équidistance graphique doit de $\frac{1}{4}$ de mm. également.

Cette équidistance graphique de $\frac{1}{4}$ de millimètre a paru convenir à toutes les cartes et on a voulu l'adopter pour toutes les échelles. L'adoption d'une équidistance graphique unique présenterait en effet un gros avantage : sur toutes les cartes, à toutes les échelles, les mêmes pentes seraient représentées par le même écartement de courbes, et lorsque l'œil y serait familiarisé, il apprécierait immédiatement la pente.

Mais cette solution séduisante présente des inconvénients. Tout d'abord, elle conduirait pour certaines échelles courantes à une équidistance peu commode, ainsi pour le 50000 l'équidistance graphique de $\frac{1}{4}$ de mm. conduirait à une équidistance réelle de 12^m 50, nombre incommode puis dans certains cas extrême par exemple le cas d'une région montagneuse où au contraire le cas d'une région peu accidentée la même équidistance donnerait dans le premier exemple, une abondance inutile de courbes et, dans le 2^e exemple un nombre de courbes insuffisant pour pouvoir représenter certains détails peu importants, en valeur absolue mais ayant pourtant une assez grande valeur relative.

Quitté la conception de l'équidistance graphique constante convenant à toutes les échelles, est-elle abandonnée on se perd d'avis on cherche à se rapprocher de cette équidistance de $\frac{1}{4}$ de mm. mais on la modifie plus ou moins de façon :

- 1^o A obtenir une équidistance réelle commode;
 - 2^o A tenir compte du caractère général de la région considérée.
- On trouvera le tableau des équidistances ordinairement employé.

Courbes intercalaires.

Dans certains cas exceptionnels lorsque le topographe constate que les détails qui figurent important malgré leur dimension relativement faible échappent à la représentation par les courbes à l'équidistance adoptée, il fait usage de courbes intercalaires, réduisant de moitié l'équidistance, limitée aux mouvements de terrain envisagés et dessinés en trait interrompu.

Courbes maîtresses.

Les courbes sont destinées d'un trait plus fin que les détails de planimétrie qu'elles ne doivent jamais cacher.

Cependant, afin de permettre à l'œil de mieux suivre les formes du terrain on renforce le trait de l'une d'entre elle appelé courbe maîtresse toutes les 4 ou 5 courbes.

Avantages des courbes de niveau

Ce mode de représentation remplit les 3 conditions énoncées plus haut; en effet, si l'équidistance est bien choisie, la pente entre 2 courbes peut être considérée comme constante. Des lors:

- 1^o La pente P en un point C quel qu'il soit, sera donnée par la relation:

$$P = \frac{e}{m}$$

e étant l'équidistance graphique, et m l'écartement des 2 courbes.

qui encadrent le point, en comptant toujours la ligne de plus grande pente, c'est-à-dire suivant la perpendiculaire aux courbes de niveau;

2^e L'altitude de ce point se calculera d'un calcul ou d'une construction graphique très simple, basée sur les éléments de la figure

3^e Enfin la relation donnée plus haut montre que la pente est d'autant plus forte que les courbes sont plus rapprochées; on saisira donc très rapidement la valeur relative des pentes; de plus les différents mouvements élémentaires du sol sont représentés par un dessin très caractéristique pour chaque un d'eux et que nous examinerons plus loin l'interprétation du terrain sera donc très facile. Dans les terrains assez accidentés, les courbes seront suffisamment serrées pour créer par des oppositions d'ombre et de lumière une représentation à l'effet qui parlera aux yeux d'une manière saisissante.

Remarques.

Il ne faut pas toujours attribuer aux courbes une précision absolue sauf dans les levés de grande précision ou de nombreux points de chaque courbe ont été déterminés rigoureusement, les courbes ont seulement la valeur d'un dessin à vue appuyé sur les points précis obtenus par des déterminations mathématiques: plus ces points seront nombreux, plus la précision du terrain à vue augmentera.

Hachures Description

La sensation du relief donnée par les courbes dans les terrains assez accidentés peut être obtenue avec plus d'intensité et dans tous

Les terrains par un procédé moins rigoureux mais plus artistique, le procédé des hachures.

En lieu de définir le terrain par des sections horizontales, on peut le définir au moyen de ses lignes de plus grande pente lignes qui, comme nous le savons, sont perpendiculaires aux courbes de niveau.

Supposant qu'entre 2 courbes de niveau consécutives on trace un certain nombre de lignes de plus grande pente assez rapprochées les unes des autres.



Arrêtées à ces 2 courbes, on obtiendra ainsi des hachures et si l'on fait de même entre toutes les courbes de la carte (en évitant de tracer les hachures de niveau différent dans le prolongement les unes des autres).

On aura, après avoir effacé les courbes, un nouveau mode de représentation.

En outre faisant varier l'épaisseur des hachures et leur écartement on pourra établir une gamme de ton allant du blanc au noir, chacune de ces tons représentant une pente donnée.

Pour établir une gamme de tons pratiques, on a imaginé 2 procédés :

1^o Un premier procédé mathématique, la loi du quart.

2^o Un procédé expérimental, le diapason.

Loi du quart

Les hachures doivent avoir une épaisseur constante et leur écartement d'axe en axe doit être égale au quart de leur longueur.

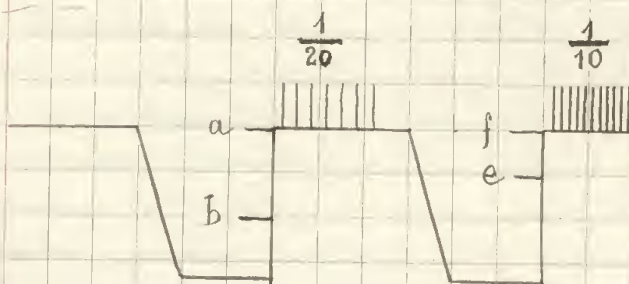
Cette loi a 2 inconvénients :

1^o Elle fixe par l'épaisseur de la hachure et par suite ne détermine pas rigoureusement le ton de chaque pente.

2^e Si l'on part d'une épaisseur de hachure donnant une pente convenable pour une pente moyenne elle donne des pentes trop faibles en région plate pour accentuer le terrain, trop faibles en région montagneuse.

Diapasons.

Le procédé expérimental a été de créer des modèles types, donnant pour chaque échelle et chaque pente une épaisseur et un écartement des hachures ces modèles types sont appelés diapasons.



On se sert en général de 3 diapasons: L'un pour les pays de plaine, un autre pour les pays de montagne, et un troisième pour les pays de moyenne.

Avantage et inconvénient des hachures.

On voit que le procédé des hachures nécessite la détermination préalable du terrain par des courbes de niveau. il s'ensuit que ce procédé si on l'applique strictement comme nous l'avons exposé présente tous les avantages du procédé des courbes (puisque on peut rétablir ces dernières et qu'en plus ils donnent une représentation plus expressive du relief).

Certaines cartes étrangères relativement récentes ont été publiées avec

cette rigueur et définisse par suite d'une façon parfaite les mouvements du sol, mais il n'en est pas de même en ce qui concerne la carte au $\frac{1}{80000}$ de France et cela pour 2 raisons.

Dans cette carte déjà ancienne, les courbes de niveau qui ont servi de base au tracer des hachures n'ont pas été déterminées avec une précision très grande, ni avec une équidistance constante.

2^e Les graveurs ne se sont pas attachés à suivre rigoureusement, soit la loi du quart, soit la règle du diapason; ils ont cherché surtout à obtenir un rendu très expressif du relief.

On ne peut donc pas avec cette carte obtenir une transformation rigoureuse des hachures en courbes; on ne le peut que d'une façon approximative et par suite, les 2 premières conditions énoncées plus haut ne sont remplies que d'une façon également approximative.

Le procédé des hachures présente malheureusement l'inconvénient de surcharger le dessin, surtout en région de montagnes. C'est inconvénient, peut être sensible avec des épreuves tirées sur la planche de gravure elle-même à cause de la finesse des traits ainsi obtenus, devient très sensible avec des épreuves tirées avec les reprots, à cause de l'empâtement des traits, jusqu'à rendre la carte difficilement lisible.

Aut ce procédé est-il de moins en moins employé.

Procédé des lignes hypsométriques.

On trace sur les courbes (que l'on abandonne ensuite, comme dans le procé-

de des hachures, l'établissement de l'intensité constante suivant l'horizontale et d'intensité variable avec l'altitude, chaque degré de pente caractérisé donc un niveau et les niveaux différents du terrain ressortent très clairement. Ce procédé, de plus en plus employé, est surtout avantageux pour les petites échelles.

Procédé des courbes rehaussées d'estompage

On superpose aux courbes un estompage destiné à faire ressortir les différents mouvements de terrain, supposé éclairés en lumière oblique (lumière venant du N-O) et inclinées à 50° .

Le résultat est surtout très appréciable en pays de montagne.

Mais au tirage industriel cet estompage perd de son cachet artistique, et cette pente qui se superpose quelquefois à d'autres pentes, particulièrement au vert des forêts ou au violet des vignes donne un mélange assez disgracieux.

Procédé des courbes et des points cotés.

On détermine un assez grand nombre de points cotés, comme dans le ^{premier} procédé, des lignes à donner une définition mathématique du terrain et l'on ajoute des courbes des lignes à faire saisir à l'œil les formes générales.

Ce procédé est le plus complet il est employé tant les levés à grande échelle de terrain peu accidenté, quand on a besoin d'un nivellement très précis.

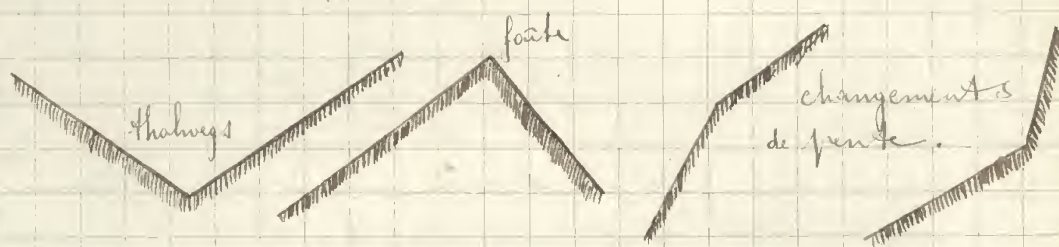
Etude et représentation Des principaux éléments du relief

Lignes caractéristiques.

Définitions.

Avant avoir déjà dit que les lignes de thalwegs et les lignes de faite encadrent complètement les mouvements du sol et constituent les éléments essentiels de l'étude du terrain par le topographe et aussi par l'étude de la carte par celui qui l'emploie. Nous avons défini ces lignes caractéristiques comme étant l'intersection de deux versants disposés de telle façon que les uns soient des lignes de réunion des eaux et que les autres soient des lignes de partage des eaux.

La coupe en travers des lignes d'intersection donne les 2 figures schématiques



Mais le relief en pente peuvent aussi se composer dans qu'il y ait formation d'une ligne de réunion ou de partage des eaux; Il suffit pour s'en rendre compte de faire basculer les 2 figures précédentes de façon à obtenir les nouvelles figures.

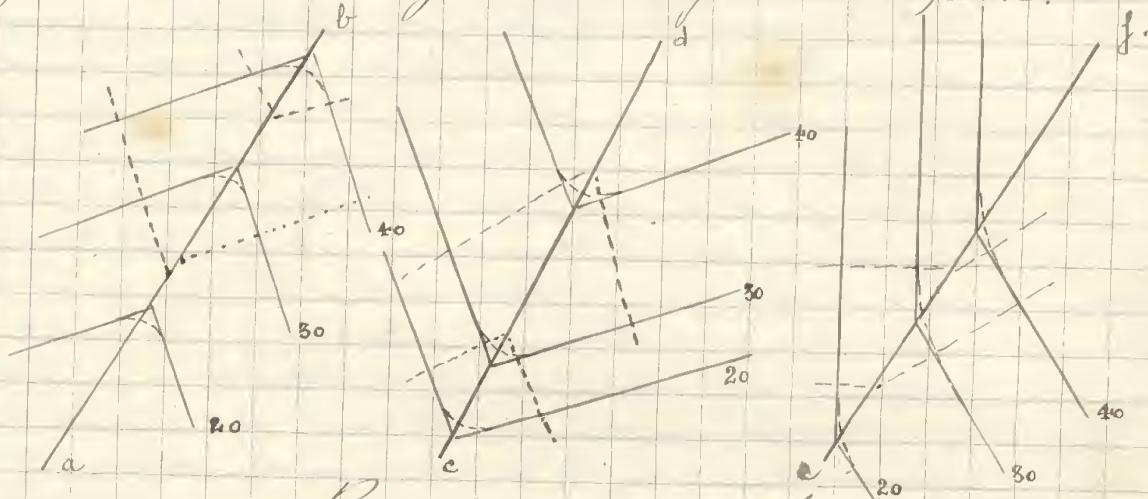
Les 2 lignes d'intersection s'appellent dans ce cas

des lignes de changement de pente.

Ces lignes de changement de pente ont
avoir l'importance des lignes de thalwegs ou
de faite. Sont parfois très acutées et constituent
aussi des lignes caractéristiques que l'on doit
rechercher sur le terrain et sur la carte.

Influence des lignes caracté- ristiques sur les courbes et les hachures.

Soit ab, cd, ef , la projection hori-
zontale d'une ligne de thalwegs, d'une ligne de
faite et d'une ligne de changement de pente.



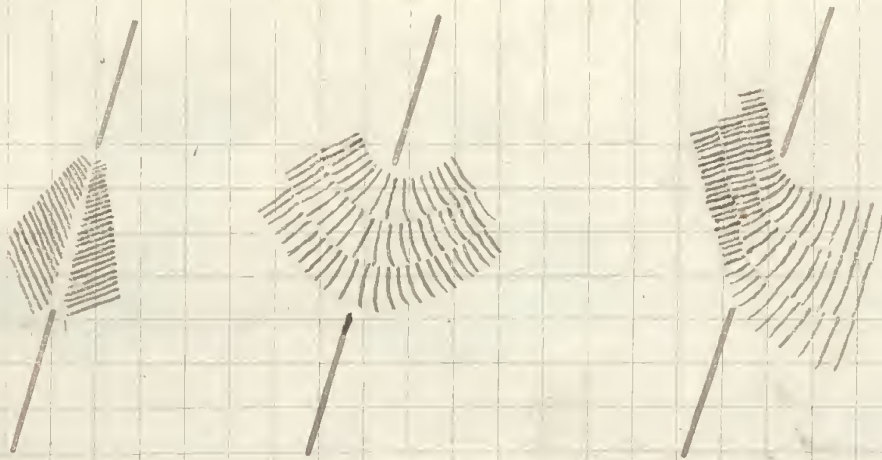
On peut prouver d'après les définitions qui
viennent d'être données, représentées par des flé-
ches la disposition et le sens des lignes de
plus grande pente dans chacun de ces cas.

Les courbes de niveau étant perpendiculaires aux
lignes de plus grande pente, on voit qu'elles subissent
au passage d'une ligne caractéristique un change-
ment de direction plus ou moins accentué et un
changement d'écartement. Mais les arêtes ne sont
pas rigides sur le terrain et elles affectent le plus
souvent la forme d'une surface cylindrique ou co-
nique et les courbes horizontales d'abord parallé-
les sur une certaine étendue s'infléchissent et pro-

progrèsivement et présente une courbure de plus en plus prononcée jusqu'à leur passage sur la ligne caractéristique.

En général les creux sont peu enfoncés suivant les thalwegs. Or la surface du sol est en creux beaucoup plus arrondie suivant les lignes de faite et surtout les lignes de changement de pente où la surface du sol est en relief aussi la courbure des sections horizontales est elle ordinairement très accentuée sur la ligne de thalwegs moins accentuée sur la ligne de faite et très atténuée sur la ligne de changement de pente.

Ces différents caractères se retrouvent également avec les hautes qui ont la direction des lignes de plus grande pente et qui en général convergent nettement vers la ligne de thalwegs qu'elle rencontre angulairement, divergent progressivement de la ligne de faite qu'elle quitte.



Tangentiellement. (sauf le cas limite où la pente de ce 4^e ligne est nulle) et accentuent une de changement de pente surtout par une variation de pente.

Mouvements élémentaires

Versement

Le versant le plus simple est constitué par un plan incliné dont la représentation

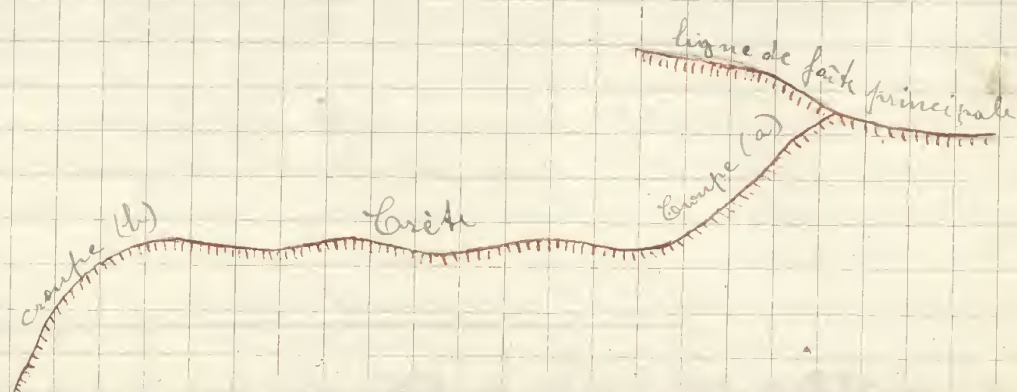
en courbes et en hachures et est donnée par la figure schématique suivante.



Un versant n'est plus que sur une petite étendue il est déformé soit par des accidents d'importance secondaire qui ne lui enlèvent pas son caractère général de surface plane soit par une courbure progressive se produisant continuellement dans le sens des lignes de plus grande pente (profil concavo-convexe) soit par une brisure plus ou moins accentuée se produisant suivant une ligne de changement de pente d'inclinaison généralement faibles.

Croupe.

On appelle croupe le mouvement de terrain en relief formé par 2 versants se réunissant suivant une ligne de faîte inclinée dans le même sens, sur toute sa longueur et à profil généralement convexe.

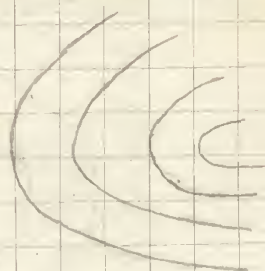
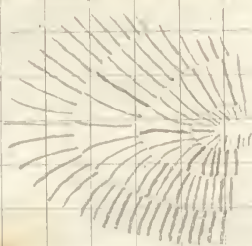


Profils de Croupes

Les versants se coupent suivant une arête plus ou moins émoussée et la croupe est soit à faite arrondi, soit à faite aigu.

À l'aval la croupe s'arrête à un thalweg ou à un col.

À l'amont elle se rattache à une ligne de faite principale, axe d'un mouvement de terrain plus important soit directement (a) soit indirectement (b).

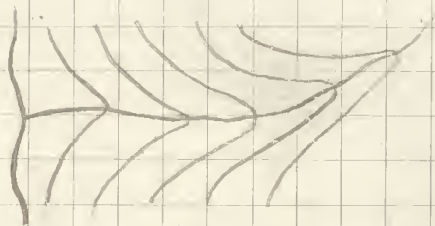


par une ligne de faite à profil plus ou moins accidenté qu'on appelle crête.

La représentation d'une croupe résulte immédiatement de ce que nous avons dit. des lignes de faite et des versants.

Vallée

La vallée est la dépression de terrain constituée par 2 versants, appelés quelquefois flancs, qui se réunissent suivant une ligne de thalweg.



La vallée est à fond ravine, à fond concave ou à fond plat suivant que les flancs se coupent en formant un angle dièdre aigu ou se raccordent suivant une surface arrondie ou plane.

La ligne de thalweg d'une vallée s'incurve vers le rattachement à l'aval, à la ligne de thalweg d'une vallée plus importante, appelée quelquefois vallée principale; à l'amont elle s'arrête à une ligne de faite.

C'est l'inverse de ce qui existe pour une ligne de faite, la pente d'une ligne de thalweg est toujours de même sens et en outre varie d'une façon continue de l'amont à l'aval suivant un profil concave.

Comparaison des croupes et des vallées.

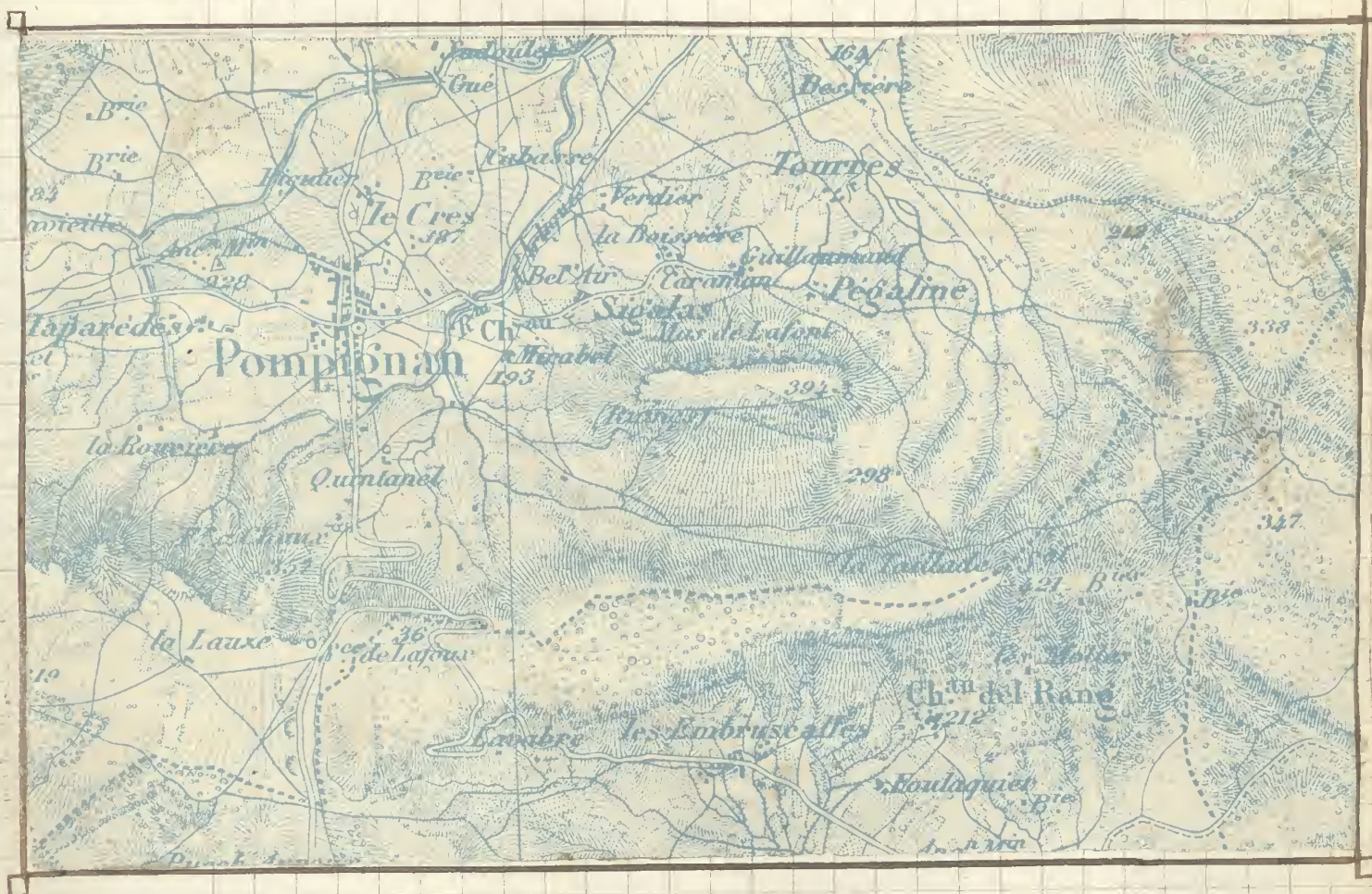
Il résulte de ce qui précède que théoriquement la vallée n'est autre chose qu'une croupe renversée; dans la croupe, la côte de la courbe enveloppée est plus élevée que la côte de la courbe enveloppante, tandis que le contraire se produit dans la vallée. Il semble donc qu'il suffirait, sur une carte en courbe, de rapporter les côtes de ces courbes à un plan de comparaison situé au dessus du terrain, pour que les vallées deviennent des croupes et réciproquement. Il n'en est pourtant pas ainsi dans la réalité; il suffit en effet de considérer avec attention une carte en courbe pour que l'on tienne compte des côtes et des rochers ou puisse distinguer dans la plupart des cas les croupes des vallées, et de même avec plus de facilité encore les lignes de faite des lignes de thalweg. Ainsi que nous l'avons déjà dit les courbes sont en général à faible rayon de courbure

deux les Thalwegs et à grand rayon sur les croupes
en outre la pente varie d'une façon très régulière
suivant une Thalwegs (profil concave)

Moins régulière suivant une croupe (profil concave-
co-concave, très irrégulière suivant une crête.

Fragment de la carte

Au $\frac{1}{50000}$ (Photographie de la carte au $\frac{1}{80000}$)



Enfin en cas d'incertitude on peut toujours se reporter aux mouvements de terrain voisins qui peuvent être plus caractérisés, surtout aux vallées principales reconnaissables aux cours d'eau qui marquent leurs thalwegs.

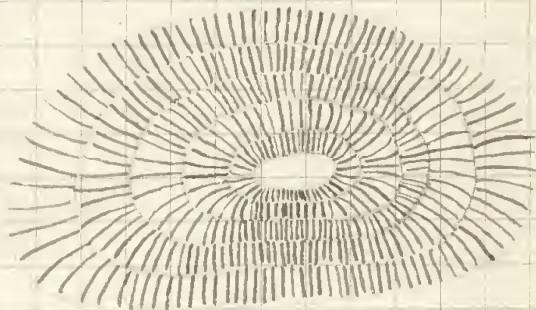
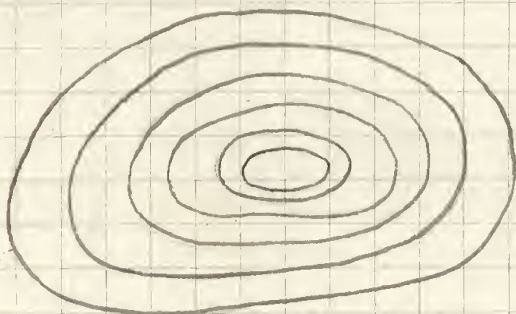
Les mêmes caractères ressortent également avec une carte en hachure. On a vu déjà dit comment les hachures convergent vers les lignes de thalwegs et divergent des lignes de faîte. En outre les croupes et les lignes de faîte ont en général plus mollement façonnées que les vallées, leur axe est marqué par un blanc plus large et la teinte donnée par les hachures, d'abord très claires de part et d'autre de ce blanc augmente progressivement; tandis que dans les vallées, le blanc est ordinairement étroit et la transition entre ce blanc et la teinte donnée par les hachures est très brusque.

Enfin les variations de pentes accentuées qui n'existent jamais dans les lignes de thalwegs seront toujours marquées suivant les croupes et les lignes de faîte par des hachures formant des zones plus foncées.

Mouvements composés

Mamelon.

Quand une ligne de faite ABC s'élève en B puis s'abaisse en C. Le point B le plus élevé de cette ligne est le centre d'un mouvement de terrain qui se nomme mamelon.



Le mamelon est donc un mouvement de terrain dont les versants s'abaissent de toutes côtés à partir d'un sommet B ce sommet peut être en pic, en dôme, en plateau ou en arête.

Dans tous les cas il se représente par des courbes fermées qui s'enveloppent de telle sorte que la côte de la courbe enveloppante est moins forte que celle de la courbe enveloppée.

Cuvette.

La cuvette est l'inverse du mamelon, sa représentation en courbe a la même apparence, mais ses courbes enveloppantes ont les côtes les plus élevées. Nous savons que ce mouvement de terrain est exceptionnel.

Col.

Quand une ligne de faite ABCD s'abaisse en C, puis se relève en D le point C le plus bas de cette ligne est le centre d'un mouvement de terrain qui a la forme d'un entellement.

et qui se nomme col.

Les vallées E, F , qui peuvent avoir une importance très différente, partent généralement de ce point et se forment sur les versants opposés.

La représentation d'un col est constituée par celle des éléments par lesquels il se compose: savoir les 2 croupes se faisant face BC et CD , et les 2 vallées opposées E, F . On obtient ainsi la représentation, en courbes ou en hachure de la figure.

Remarque

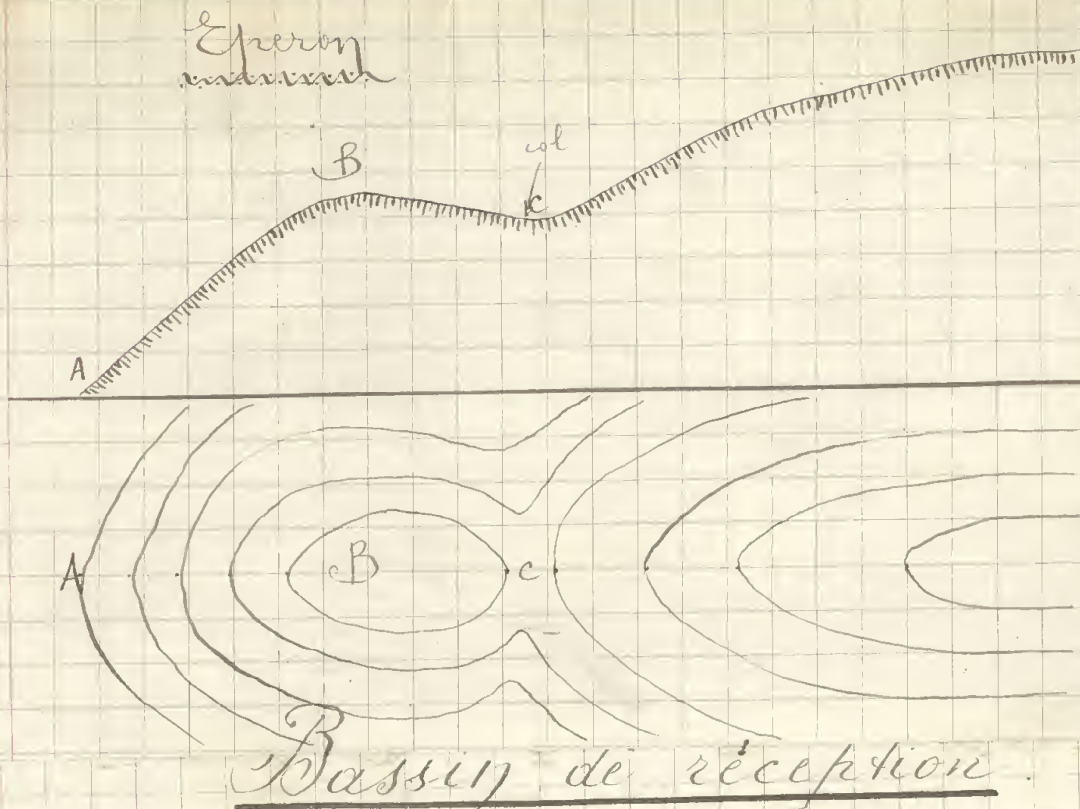
Le plan horizontal passant par le centre du col coupe le mouvement de terrain suivant 2 courbes de niveau G, C, H et I, C, K (courbes de croupe) ou H, C, I et G, C, K (courbes de vallée).



Si la cote du point C était exactement une cote ronde correspondant à l'équidistance adoptée on aurait alors l'apparence de 2 courbes de niveau H, C, I et G, C, K qui se coupent.

Épéron

La partie terminale d'une ligne de faite au lieu de descendre peut qu'on s'élève suivant une crête à pente assez continue, se relève souvent et donne lieu à un mouvement de terrain, d'importance secondaire, et qui se nomme épéron.



Lorsque plusieurs lignes de thalwegs convergent vers l'origine d'une vallée principale, l'ensemble du terrain qui les comprend se nomme bassin de réception. Le plus souvent les lignes de faite qui séparent les lignes de thalwegs ont été très atténuées par l'action érosive des eaux et le bassin affecte alors la forme en entonnoir d'une demi-coupe renversée dont le sommet correspond au point de convergence des lignes de thalwegs.

Cirque

Les bassins de réception prennent quelquefois un caractère tout particulier: le haut de l'entonnoir, généralement rocheux, devient très abrupt prend la forme d'une surface conique à génératrices très inclinées, s'arrêtant en bas à une ligne de changement de pente à peu près circulaire, qui limite l'extrémité supérieure d'une surface conique à génératrices très peu inclinées, dont le sommet correspond au point de convergence des thalwegs.

Le mouvement de terrain qui en résulte se nomme cirque

Forme d'ensemble de la surface du sol

Description et nomenclature

La surface du sol, suivant l'importance des dénivellations qu'elle présente, peut être divisée en pays de plaine, en pays de coline, et en pays de montagne. ayant des caractères très différents. mais les mouvements de terrain seront toujours constitués par les éléments que nous venons d'étudier. Bornons nous donc à une étude succincte et à une nomenclature rapide dont la connaissance forme un langage clair et concis

Plaines

Les plaines présentent une surface générale à peu près plane légèrement inclinée et peu élevée au dessus du niveau de la mer; elles sont sillonnées de vallées peu profondes séparées par des indulations à pente douce; résultant d'un travail d'érosion à une phase de formation très avancée.

Le versant d'une ondulation allongée, derrière lequel une troupe peut se dissimuler se nomme rideau; la surface concave formée par une vallée peu profonde ou par un changement de pente assez accusé (tant que la ligne de changement de pente soit une ligne de réunion des courbes). s'appelle gilet.

Les pays de plateaux différents des pays de plaine surtout par le fait que leur altitude est assez élevée.

Collines

Les collines sont des hauteurs allongées et plus ou moins sinueuses dont le relief varie entre 50 et 500 m. Leurs lignes de faite principales s'élèvent et s'abaissent de façon à donner une succession de mamelons et de cols dont les pentes sont généralement douces. Les pays de colline présentent aussi des protuberances moins élevées qui se nomment buttes.
Serres, motets, ou monticules.

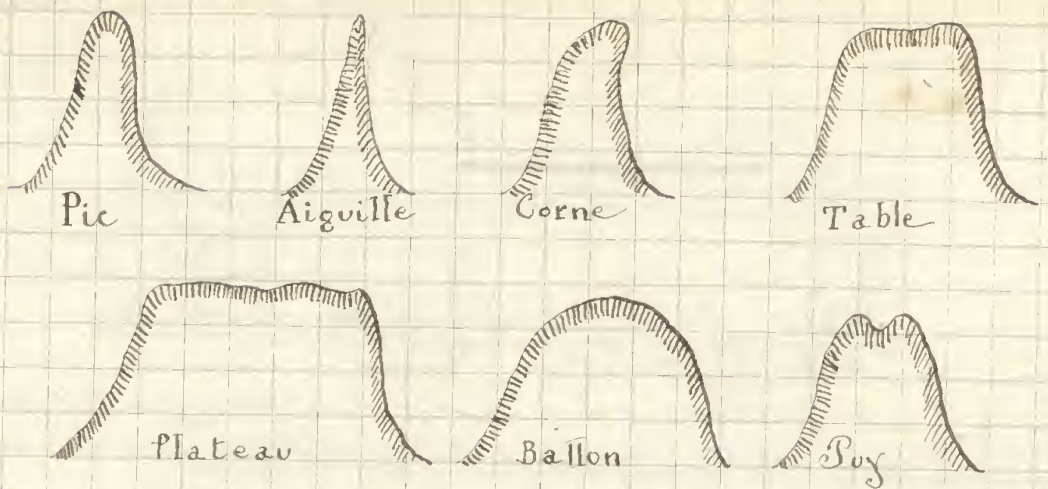
Les vallées y sont bien marquées, souvent assez étroites; la pente du thalweg est assez faible; aussi les courbes qui représentent les versants sont à peu près parallèles aux lignes de thalwegs sur une grande étendue et coupent ces lignes généralement sous un angle aigu.

Le modelé des pays de collines résulte d'un travail d'érosion à une phase assez avancée.

Montagnes.

Les montagnes sont des hauteurs dont le relief dépasse 500 mètres, elles se divisent en bautes montagnes de 500 à 1000 mètres, moyennes montagnes 1000 à 2000 m. et hautes montagnes ou de haut de 2000 m.

Les montagnes constituent un massif quand leur largeur est à peu près la même que leur longueur; elles forment des chaînes quand elles sont beaucoup plus longues que larges; de ce massif ou de ces chaînes partent des chainons et des contreforts. Dont le point d'attache s'appelle noeud. Le mont est une montagne importante ou simplement isolée, il porte toujours un nom particulier.



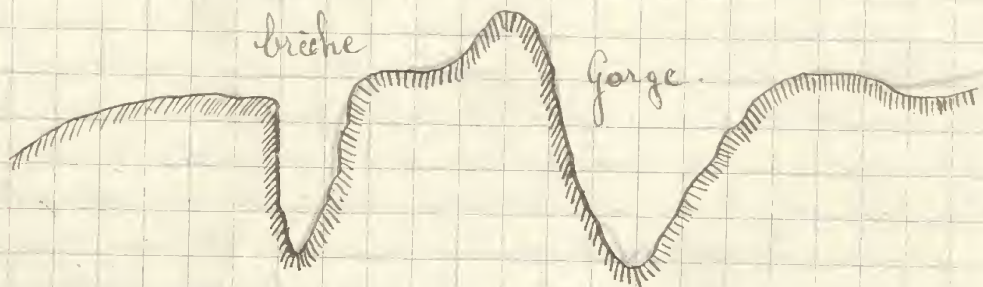
Les montagnes sont surmontées par des sommets qui se nomment pic, aiguille, corne, dent, table, plateau, ballon, lame ou fruit.

Ces sommets sont séparés par des cols qui, suivant les pays, prennent le nom de pas, passage, port ou perthuis.

Une crèche est un col étroit et profond.

Un défilé est un passage restreint entre deux escarpements; il est aussi profond qu'une crèche, mais présente ordinairement une plus grande longueur.

On nomme gorge une partie de vallée creusée et étroite formant couloir entre deux flancs à pente très raide. Le modèle d'un pays de montagne résulte d'un travail d'érosion à une phase peu avancée et encore très active.



Règles à observer dans le dessin du modelé.

Généralités

La représentation des mouvements d'ensemble de la surface du sol sera obtenue par celle de tous les éléments qui les composent. Mais les figures en courbes ou en blocs que nous avons donné précédemment pour ces éléments (versants, croupes, vallées, melons, col etc) sont purement théoriques; tout en gardant les caractéristiques indiquées, elles varient à l'infini, chaque accident de terrain ayant son allure propre. D'autre part, il existe entre ces différents éléments des relations qui résultent des règles étudiées précédemment suivant lesquelles le terrain a été modelé par l'érosion: nous allons faire l'application de ces règles dans le dessin qui doit donner la représentation des mouvements d'ensemble de la surface du sol.

Nous commencerons par indiquer très succinctement la méthode générale à suivre dans le dessin du modelé, nous examinerons ensuite les règles à appliquer en terrain régulièrement modelé; nous terminerons enfin par quelques exemples typiques des modifications amenées dans le dessin par les irrégularités du modelé. Mais ce que nous allons dire qui s'adresse directement à celui qui fait la carte s'adresse aussi indirectement à celui qui l'emploie et qui pour cela l'interprète, car l'interprétation d'une carte est l'opération inverse de son levé et demande la connaissance des mêmes règles.

Méthode générale

Les lignes de faite et les lignes de Thalwegs encadrant complètement le terrain, il faudra commencer par déterminer planimétriquement et dessiner ces lignes puis on dessinera de même les lignes de changement de pente qui donnent au terrain son allure particulière en même temps on déterminera altimétriquement et planimétriquement un certain nombre de points bien choisis (points caractéristiques) : sommet, col, point où change la pente, etc... Si sur ces lignes, on obtiendra ainsi un cadre comprenant les lignes caractéristiques et un certain nombre de points cotés importants.

Il restera ensuite à dessiner les courbes de niveau en se guidant sur ce cadre, précis qui sera plus ou moins fourni suivant que le levé de terrain aura été plus ou moins précis et d'après la représentation mentale que l'on possède du terrain qu'on a parcouru et qu'on a encore sous les yeux. C'est dans ce dessin des courbes de niveau qu'interviennent les lois du modèle du terrain étudié intérieurement et que nous allons acquies en règles pratiques.

Ce dessin est la partie la plus délicate de la topographie. Le perfectionnement dans cette voie dépend uniquement de la pratique et est quasi illimité.

La méthode que l'on suivra pour étudier sur la carte une certaine région plus ou moins étendue sera identiquement la même.

On commencera par rechercher les grandes lignes du terrain : lignes de Thalwegs, lignes de faite, l'examen des lignes très marquées de changement de pente donnera ensuite une indication sur la forme des versants.

Quoi la connaissance de ces ca. nombre suffisant permettra d'apprécier les reliefs relatifs des différents mouvements.

L'esprit pourra alors se faire une représentation mentale générale. une étude plus serrée guidée par la connaissance des lois du modèle, permettra enfin une interprétation de détail.

Modèle régulier

Lorsque le terrain est relativement homogène et qu'il se trouve dans une phase d'érosion assez avancée, il présente un modèle régulier; On peut d'autant plus énoncer pour le dessin certaines règles générales très utiles.

Cependant il faut se garder de les croire absolues; il n'en est guère qui ne comportent pas d'exception; elle représente plutôt la forme vers laquelle tend un terrain soumis à l'érosion régulière par les eaux pluviales.

Mais elles permettent d'éviter des fautes grossières.

Chaque fois qu'on procède à l'examen du terrain mènera à croire qu'on a à faire à une exception à ces règles, il y aura lieu de vérifier soigneusement qu'on est dans le vrai.

Règles concernant les thalwegs

La loi fondamentale de l'érosion par les eaux est la loi de la continuité des pentes. Elle se traduit immédiatement pour les thalwegs par quelques règles simples, vérifiées dans la grande majorité des cas.

Écoulement jusqu'à la mer.

Étant donné un point quelconque du terrain on peut de ce point descendre jusqu'à la mer sans remonter.

L'exception à cette règle serait la cuvette fermée qui n'aurait pas encore de débouché. Il en existe, mais elles sont très rares.

Il ne faut donc jamais tracer, sans un

examen attentif une courbe fermée autour d'un point de terrain de cote inférieure à cette courbe.

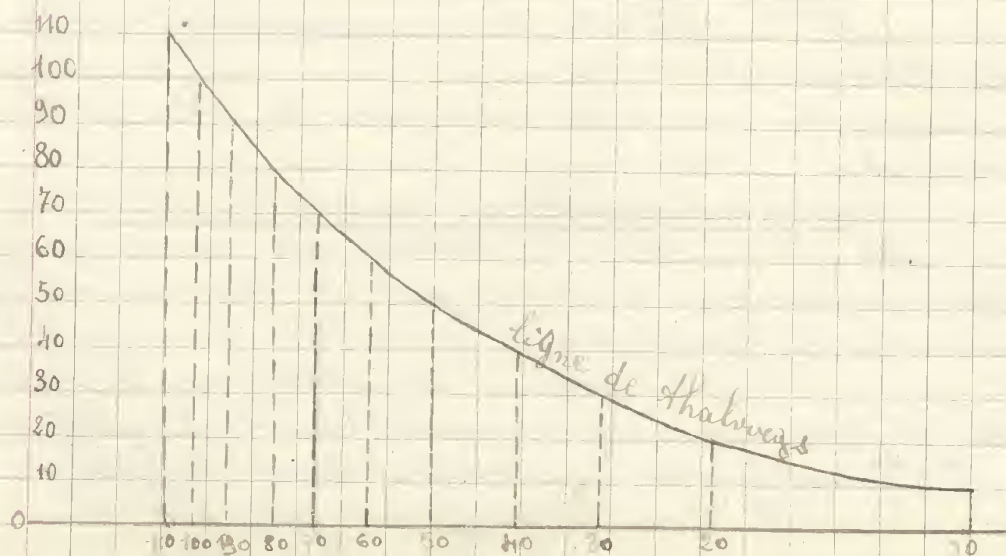
Espacement des courbes le long d'un Thalweg.

La pente d'un cours d'eau croît d'une façon continue de l'aval vers l'amont.

L'exception à cette règle serait un cours d'eau qui n'aurait pas atteint son profil d'équilibre.

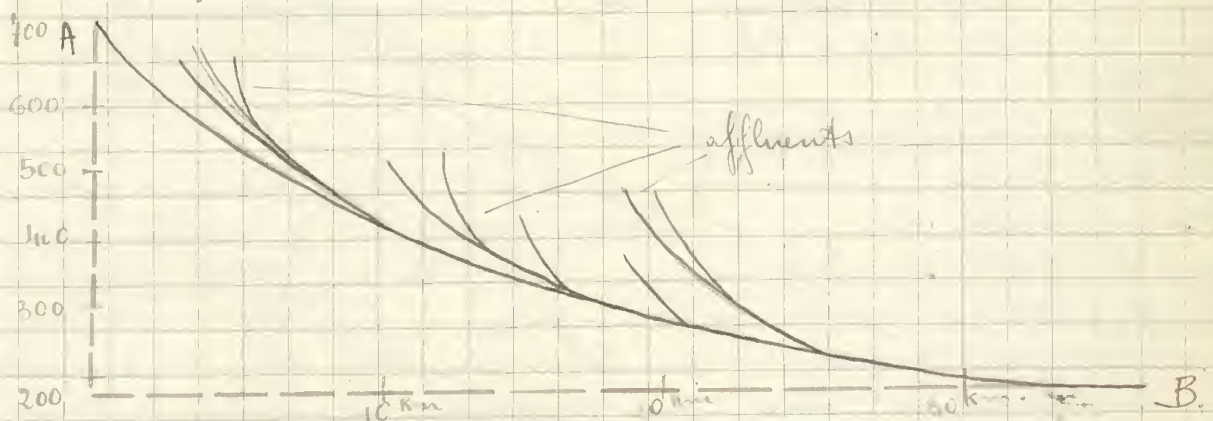
On dit d'indication une rivière navigable peut posséder une pente de 0,5 à 2 pour 1000. Une rivière torrentielle peut offrir une déclivité de 2 pour 1000 à 2 pour 100.

La pente d'un torrent proprement dit peut varier entre 2 et 10 pour 100. La pente des ravins secondaires qui sillonnent les versants peut être plus forte. Ces indications permettent de se rendre compte des limites entre les quelles peut varier l'espacement des courbes dans un Thalweg pour une échelle et une équidistance graphique donnée.

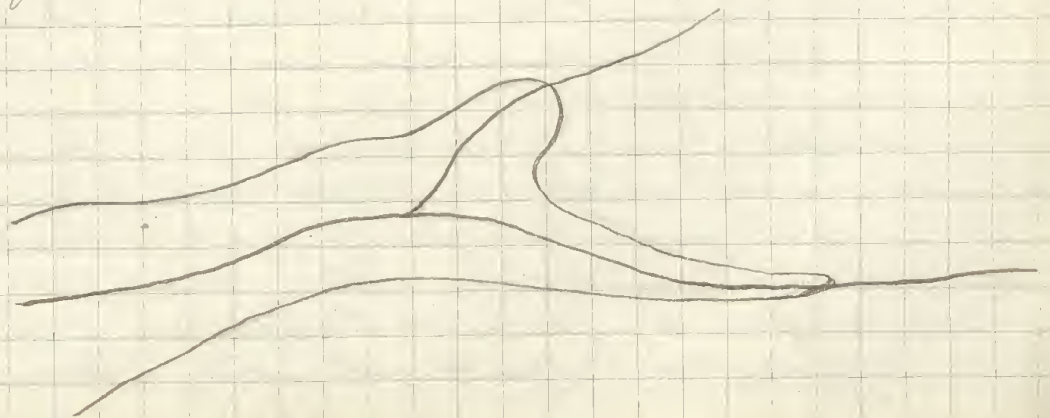


Espacement des courbes dans les différents thalwegs d'un même bassin.

En général si l'on développe sur un même plan les profils d'un cours d'eau et de ses affluents, la courbe profil du cours d'eau enveloppera celles de ses affluents, ces dernières enveloppant à leur tour celle des sous-affluents.

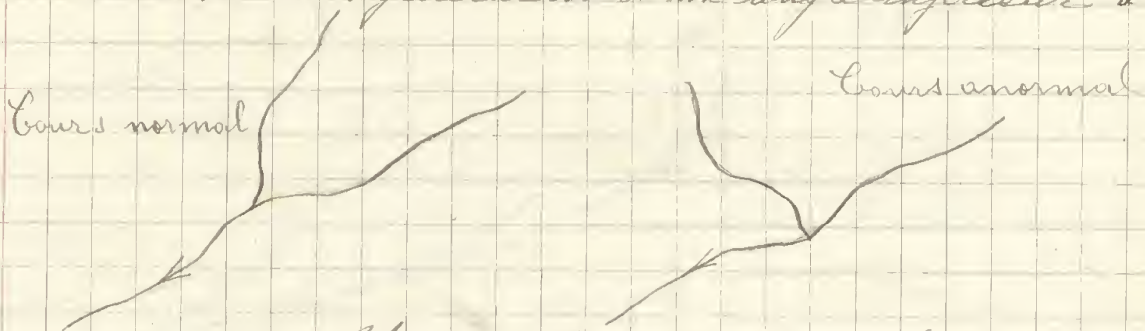


Ceci est la conséquence du fait qu'en joignant ou un cours d'eau atteint son niveau de base... la mer pour un fleuve, le confluent pour ses affluents... son profil est tangent à une droite d'autant plus voisine de l'horizontale que le cours d'eau est plus important; donc pour une même courbe de niveau, au environs et en amont d'un confluent, coupera le cours d'eau principal a c b, plus loin du confluent que le cours d'eau secondaire c d.



Directions relatives des différents thalwegs d'un même bassin.

Appliquons à ces règles essentielles 2 règles d'un principe moins rigoureux comportant cependant assez peu d'exception; l'angle formé par la direction de 2 thalwegs, au point où ils se réunissent est généralement un angle inférieur à 100° .



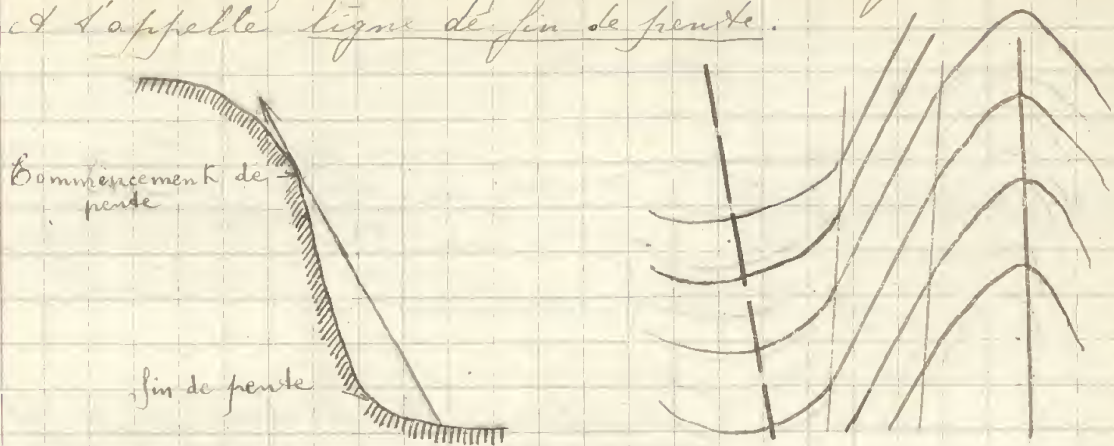
Un confluent est généralement marqué par une inflexion du cours d'eau principal vers son affluent; cette inflexion est d'autant plus accentuée que l'affluent est plus important.

Règles concernant les versants

Profil convexe-concave des versants.

Pour avoir exposé plus haut comment l'érosion dans un terrain homogène donne au versant la forme d'une surface à double courbure, convexe en haut, concave en bas. — Cette double courbure est très souvent accentuée suivant 2 lignes de changement de pente; l'une, située en haut, est à peu près parallèle à la ligne de faite et s'appelle ligne de commencement de pente; l'autre, située au bas du ver-

tant est à peu près parallèle à la ligne de thalweg
et s'appelle ligne de fin de pente.



La première surtout est assez souvent très marquée; elle se trouve à la jonction du versant couché avec le versant debout. Avec du thalweg, elle marque la ligne de faite située plus haut et paraît être la crête du mouvement de terrain; inversement quand on se trouve sur cette ligne, on aperçoit tout le fond de la vallée, si haut au moins, l'angle mort est très faible cette ligne, assez importante au point de vue militaire, s'appelle habituellement la crête militaire.

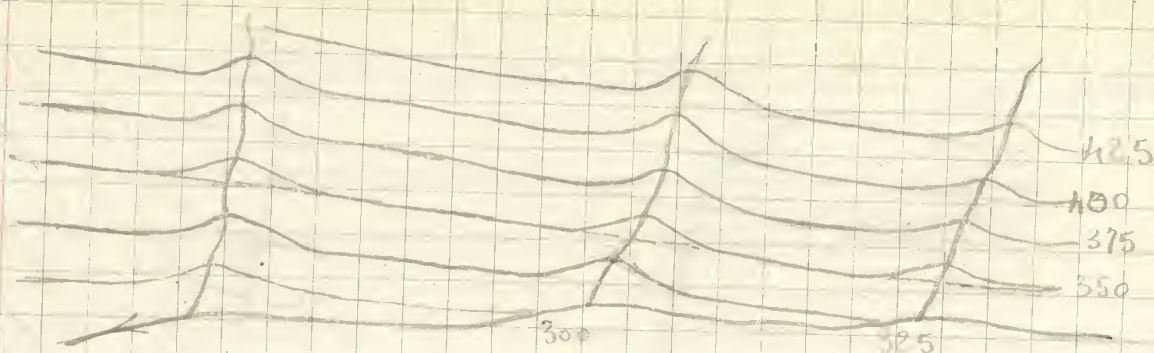
Ces changements de pentes doivent être soigneusement traduits dans la représentation en courbes ou en hachures.

Continuité des versants.

Il faut avoir vu plus haut comment les thalwegs secondaires se sont établis sur les versants d'une vallée principale.

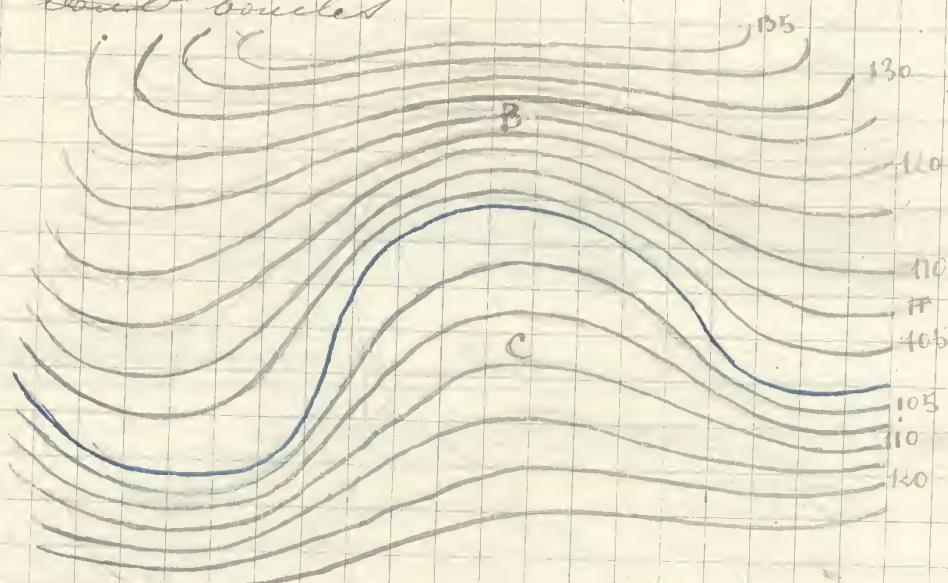
L'érosion les a creusés plus ou moins profondément, mais la continuité du versant primitive se retrouve dans les portions de ce versant qui n'ont pas été modifiées.

Cette continuité doit donc exister aussi dans le dessin, en particulier les courbes de même côté doivent se faire suite de face et d'au delà des thalwegs secondaires.



Erosion des berges d'un cours d'eau sinueux.

Dans les sinuosités d'un cours d'eau les pentes extérieures aux bords présentent presque toujours une inclinaison très supérieure à celle des pentes intérieures à ces bords et boucles.



En effet, le courant porte la masse d'eau vers la berge extérieure, celle-ci est rongée tandis que la berge intérieure délais- sée peu à peu prend l'apparence d'un cône de sable aplati.

Les courbes enveloppant les boucles d'un cours d'eau doivent donc être plus serrées que les courbes enveloppées par la boucle.

Règles concernant les lignes de faite

Les lignes de faite résultent de la réunion des versants l'à l', résultant eux-mêmes de l'enfoncement progressif des thalwegs. La forme et le profil des lignes de faite doivent donc être liés intimement à ceux des lignes de thalwegs. ramification

Ramification des lignes de faite

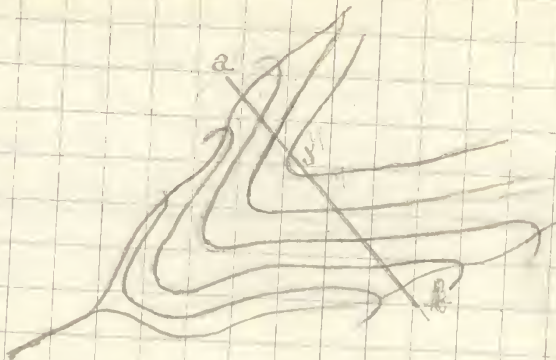
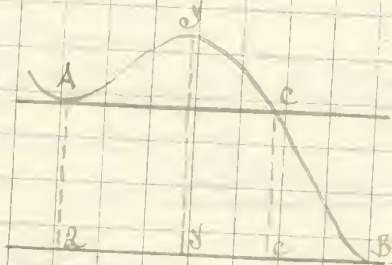
A nous avons déjà dit qu'une ligne de faite se rattache toujours à une autre ligne de faite pourvu qu'il en soit autrement, il faudrait qu'il n'y eût plus de versant au point où s'arrêterait la ligne de faite, c'est à dire que le sol fût parfaitement plan et horizontal; une semblable circonstance ne peut exister qu'exceptionnellement.

Il ne faut donc jamais dessiner un mamelon, si isolé qu'il paraît, sans chercher la ligne de faite qui le réunit à l'ensemble commun et sans faire marquer à cette ligne une inflexion plus ou moins accentuée des courbes.

Influence du profil des thalwegs sur les

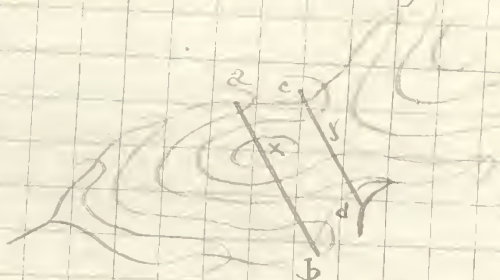
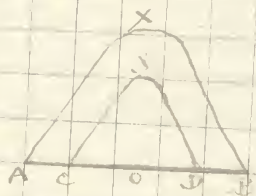
Lignes de faite

Si le cours d'eau sont à 2 niveaux différents, la ligne de faite qui les sépare se rapproche d'avantage du plus élevé. Soit (a. y. B.) un profil en travers de la croupe séparant 2 cours d'eau situés à 2 niveaux différents.



Comme le terrain est supposé homogène les pentes yA et yB sont identiques et comme l'altitude de a est supposée supérieure à celle de b , yB' sera plus grand que yA' .

Influence du tracé des Thalwegs sur la ligne de faite, En pays régulièrement modelé la ligne de faite séparant 2 cours d'eau s'élève quand ceux-ci s'écartent, s'abaisse quand ils se rapprochent.



À un maximum de distance entre les cours d'eau correspondant ~~correspond~~ en général un mamelon; à un minimum, un col.

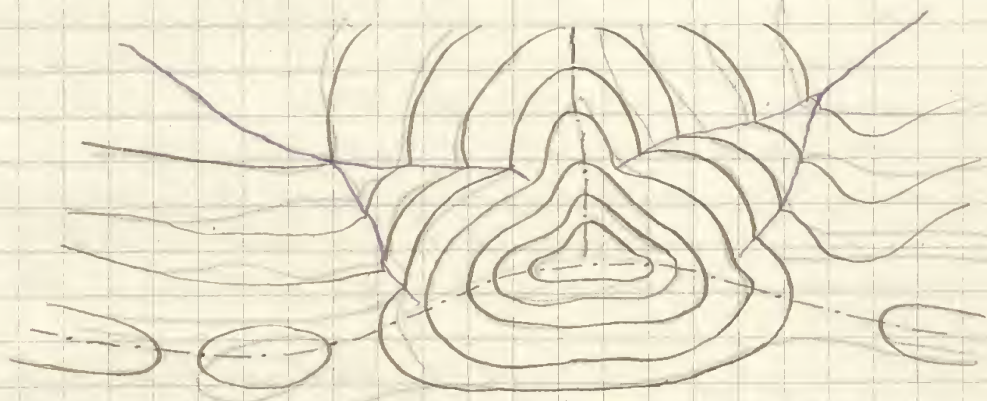
Soit AyB et CyD deux profils en travers de la crête séparant les vallées. Si le terrain est homogène, d'après les lois de l'érosion, les pentes Ay et Cy sont identiques puisque nous supposons $C'D$ plus petit que AB il faut que Oy soit plus petit que Ox .

Quand 2 Thalwegs opposés prennent naissance de part et d'autre d'une ligne de faite, celle-ci s'abaisse généralement pour former un col.

En effet, chaque thalweg fait progresser sa tête vers l'amont; les 2 têtes des thalwegs viennent l'une au devant de l'autre et les écoulements qu'elles produisent tendent à abaisser la ligne de faite, donnant ainsi naissance à un col.

Quand 2 thalwegs voisins prennent naissance du même côté d'une ligne de faite Aa Sb celle-ci envoie un rameau cc qui les sépare. Au point d'intersection de ce rameau, correspond généralement un point culminant et un élargissement de la crête. ordinairement aussi, la ligne de faite s'infléchit en ce point du côté opposé au rameau.

Les parties saillantes du terrain ne sont autre chose en effet que les portions épargnées dans l'enfoncement du réseau des vallées.



Des lors on doit s'attendre à ce que les points culminants d'une ligne de faite, soient justement ceux qui sont le plus éloignés des têtes des ravins avoisinants.

Quant au changement de direction de la ligne de faite, il a sa cause dans le recul progressif des entournoirs, tête de ravin. en s'étendant peu à peu vers l'amont, ces entournoirs, ont en effet déterminé un recul correspondant de la ligne de faite aux points qui leur font face. Quand une ligne de faite change de direction il en détache à son tour à l'opposé de l'angle qu'elle forme, un contrefort qui peut être fort court, mais qui existe toujours.

Ce point devient donc une bifurcation et par suite de la règle précédente correspond d'ordinaire à une surélévation de la ligne de faite ou du moins, si celle-ci est très en fun à un palier plus ou moins accusé le long de cette ligne.

Modèles irréguliers.

Il faut savoir que les modèles irréguliers se produisent particulièrement quand le terrain est constitué par des couches de dureté très inégale et que l'érosion n'a pas été continuée pendant un temps assez long pour faire disparaître ou tout au moins pour atténuer les irrégularités résultant de cette non homogénéité. On rencontre donc surtout ces modèles dans toutes les régions où des plissements d'origine interne, de date géologique relativement peu reculée, ont donné lieu à des montagnes où l'érosion travaille encore activement, Alpes, Jura etc...

C'est toutes les transitions existant entre les modèles très irréguliers et le modèle régulier, les irrégularités sont seulement plus ou moins nombreuses et plus ou moins importantes et elles représentées comme des exceptions au lieu du modèle régulier, il conviendra donc dans chaque cas de les rechercher et de les mettre en lumière dans la représentation du terrain.

Parmi ces irrégularités nous savons de la plus importante et la non régularité des profils, qui se traduit dans les Thalwegs. Par des discontinuités dans la pente et par suite par une variation très irrégulière de l'espace entre les courbes de niveau et dans les versants par des lignes de changement de pente très accentuées qu'il sera nécessaire de faire ressortir dans le dessin en courbes ou en brachures.

Plus encore que pour le modèle régulier, c'est dans la différenciation des pentes que réside le principal caractère de ces terrains.

La Croix souvent on se contente de remplir l'espace que laissent entre elles différentes lignes de thalwegs par des courbes uniformément arrondies et à peu près équidistantes, figurant des coupes cylindriques ou coniques qui se ressemblent toutes. Les terrains à ce point d'arrondissement sont rares; encore les pentes n'y sont-elles pas partout les mêmes.

Un des meilleurs moyens à notre sens pour se faire l'œil aux caractères du terrain

est d'éviter ce moule uniforme dans lequel les débutants ont coutume de former tout leur relief c'est de chercher le polyèdre à face plane qui se rapprochera le plus de la forme à rendre, il est rare que les vertants ne soient pas assimilables plutôt à des plans qu'à des

Surfaces arrondies, naturellement les arêtes
résultant de cette assimilation devront
être émoussées par le raccord curviligne
des lignes de niveau, mais seulement
dans la mesure où l'exige le caractère
du terrain à rendre \rightarrow .

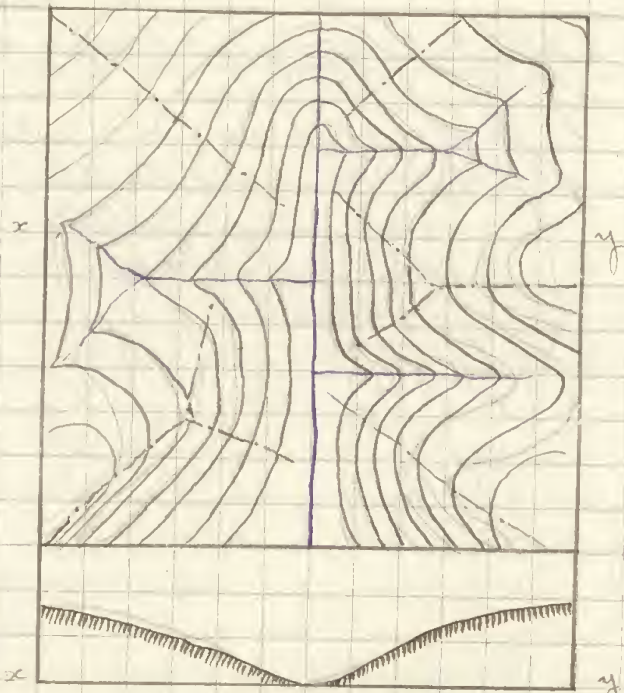


Fig. 1

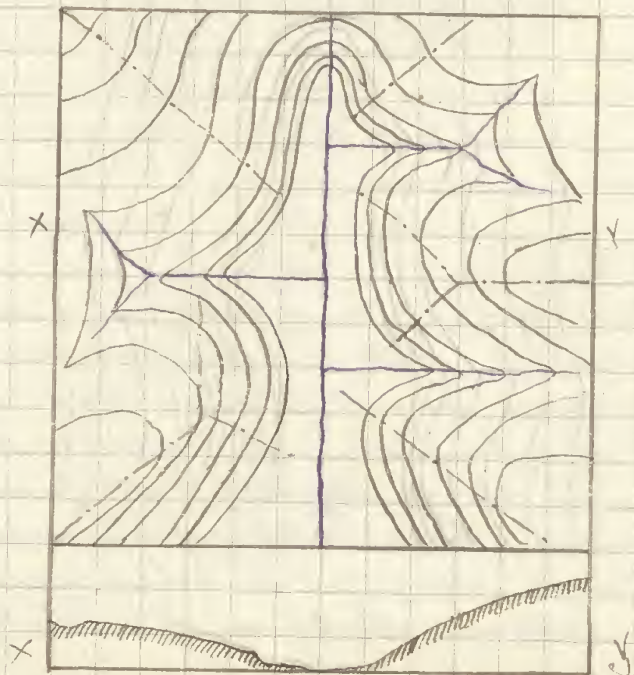


Fig. 2

Dans les figures précédentes nous nous sommes donnés une charpente unique de ligne de Thalweg et de ligne de faite et nous avons cherché à montrer combien les dessins obtenus sur ce même canevas pouvaient différer les uns des autres selon le caractère du terrain à rendre. Dans la figure 3 nous avons supposé une surface sculptée pour l'érosion en terrain homogène le modelé est normal un peu marqué sans grand caractère. Le profil en long des Thalwegs est régulièrement concave. Dans celui des lignes de faite et des autres lignes de plus grande pente la forme convexe domine. La figure 4 représente un terrain analogue, bien que plus franchement convexe, avec ce que s'ap-

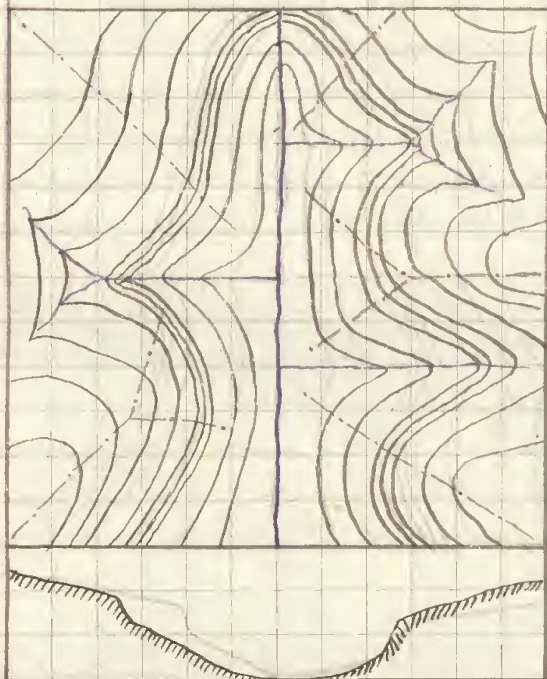


Fig. 3

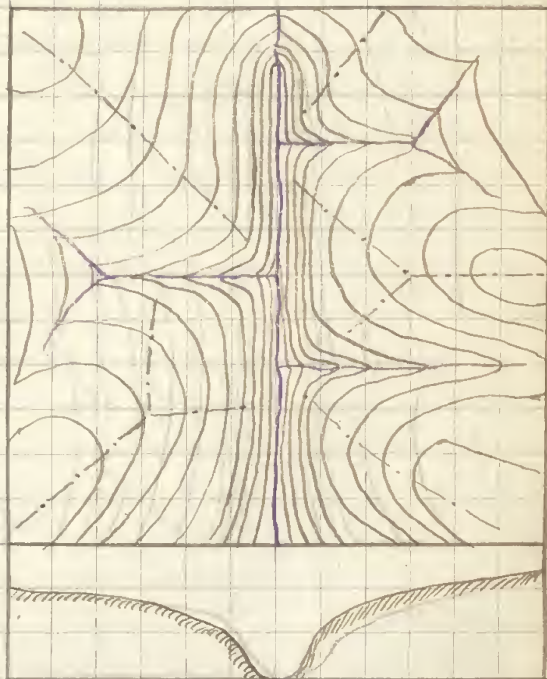


Fig. 4

gravation que le raccord concave du bas des pentes a dû être marqué par exhaussement du lit majeur (fond de la vallée) que la rivière est supposée avoir rempli.

Ici le caractère réside dans l'opposition du fond plat de la vallée avec la chute brutale des pentes les plus fortes sur ce fond plat.

Pour la figure n° 3 nous passons à une région de plateau. Le caractère est inverse du dessin précédent. Ce n'est plus la ligne de fin de pente qui s'acécit brusquement c'est la ligne de commencement de pente qui fait succéder sans transition le plateau supérieur presque plat aux pentes les plus fortes d'un versant plongeant, cette fois nettement concave. Enfin par la figure n° 4

se trouve représentée la gorge que forme un cours d'eau quand il s'est trouvé dans le cas d'approfondir rapidement son lit en roche résistante. On voit et profond sillon s'enfonce brusquement à la surface d'un plateau aux formes peu accusées.

On voit, par ces exemples de quel secours est au topographe l'interprétation exacte du terrain qu'il a à des-
siner et combien sur une charpente usi-
que de ligne de thalweg et de ligne de
faîte, il est facile de différencier les divers
types de modèles.

Modèles spéciaux

Avant avoir examiné succinctement les caractères des principaux modèles spéciaux, le ruisseau ne jouant qu'un rôle plus ou moins faible

dont leur établissement, les lois du modelé régulier ne leur sont applicable qu'avec précaution; elles leur seront même tout à fait étrangère dans les cas très rares où le relief tellement qu'il n'est pas intervenu du tout: Terrains volcaniques ~~et~~ ^{et} modelé glaciaire.

La figure nous montre un terrain modelé par les glaciers, où l'érosion des eaux n'a pas encore agi d'une manière très appréciable. On y remarque particulièrement: le grand nombre de petites cuvettes, l'absence de lignes générales, l'irrégularité des profils et la nécessité de numérotter toutes les courbes pour arriver à se représenter le terrain.

Le levé et l'interprétation de la carte de tel terrain sont donc assez délicats et demande une étude attentive. Mais ces terrains sont heureusement exceptionnels et nous ne nous y arrêterons pas davantage.

II Méthode pour le figuré du terrain

Éléments pour le figuré du terrain.

Sur un terrain qui a été modelé par des phénomènes naturels, les formes des sections horizontales se modifient progressivement avec continuité. Il en résulte que l'on peut tracer ces sections sans hésitation, pourvu que l'on connaisse d'une part quelques points par lesquels elles doivent passer; et, d'autre part, leur allure définie par quelques sections continentes, ou même par des fragments de sections levés par point soit à côté route soit à côté arbitraire. Ces éléments du modèle peuvent être d'autant moins nombreux que leur position sur le terrain aura été choisie avec plus de discernement. Si l'on constate que le tracé des sections intermédiaires présente de l'indécision, cela prouverait que les éléments géométriques ne sont pas assez complets.

Des profils.

Les points à côté route par lesquels les sections doivent passer sont généralement marqués par interpolation sur des profils généralement composés de lignes polygonales.

dont chaque côté doit avoir sur le terrain une pente sensiblement uniforme. Ces profils sont d'autant plus avantageux que leur direction est choisie plus voisine de celle de la ligne de plus grande pente: Ils fournissent alors, à égalité de développement, plus de point à côtes ronds. Lorsque le terrain oblige à les tracer suivant une direction voisine de l'horizontale, on les emploie de préférence à filer directement par point la section horizontale voisine, ou, en cas d'impossibilité, à tracer des amorces de profils dirigés suivant la pente, sur lesquels on déduit par interpolation le tracé de cette section.

Levé et nivellement des profils

Ces profils comprennent:

- 1° Les cheminement du canevas de la planimétrie qui ont été nivelés,
- 2° D'autres lignes polygonales auxquelles on ne rattache pas de détail mais qu'on lève en vue du figure du terrain.

Généralement on lève celles-ci par cheminement et en sautant 1 station sur 2. Quand le procédé de cheminement est impossible ou trop difficilement applicable, on peut déterminer les sommets de ces profils par relevement d'appuyant sur les signaux naturels qui auront été rattachés au polygone par le procédé d'intersection. Comme nous l'avons déjà dit d'ailleurs, on évitera autant que possible ce genre d'opération et si on l'emploie, on prendra les précautions suivantes:

Les côtes obtenues par relevement présentent habituellement des incertitudes de plusieurs décimètres soit en plus soit en

moins pour l'échelle du levé. Ces erreurs seraient bien admissibles sur des profils à pente raide, car elle n'y modifierait pas notablement la position de sections horizontales, mais, sur des pentes douces il est indispensable de les éviter pour cela, on détermine, par relèvement, la position de chaque point, mais non sa cote; puis on mesure la pente de chaque côté du profil, au moyen de ces pentes et des longueurs des côtés prisés sur le plan on calcule les dénivellés des points consécutifs enfin on conclut les côtes des sommets, tout de ces dénivellés que des côtes des points extrêmes; celles-ci pouvant être déterminées par relèvement. Il est trop difficile de rattacher directement ces points à des sommets de cheminement.

En un mot on cherche à éviter les erreurs relatives trop fortes dans les dénivellés des points voisins et c'est pour cela qu'on les rattache l'un à l'autre pour le nivellement; les côtes de la région considérée pourront être trop fortes ou trop faibles par rapport à l'ensemble mais elles concourront entre elles pour cette région et leur erreur n'influera notablement sur la forme des sections horizontales qu'on en conclura.

Choix des profils

Les principaux profils doivent définir:

- 1° Toutes les lignes qui, sur le terrain, présentent de l'aspect d'arête rentrantes ou saillantes soit vives, soit plus ou moins émoussées par les intempéries.
- 2° Les génératrices médianes de toutes les surfaces cylindroïdales qui présentent sur la forme de gouttières ou de dos continus. En un mot toutes les lignes sur lesquelles les sections horizontales affont leur flexion ou leur plus forte

rayon de courbure.

Ces lignes doivent être marquées sur le dessin en traits pointillés fins. Lorsque le correspondant à des lignes de quelque changement de pente.

D'autres profils sont nécessaires pour servir d'appui, soit aux sections horizontales prises sur le terrain, soit au amorces de ces sections, on leur donne généralement des directions peu éloignées de celle de la ligne de plus grande pente. Nous dirons tout à l'heure comment ils doivent être espacés pour faciliter le tracé des sections horizontales.

Sections horizontales levées

Compte les fait que cela sera possible, on lèvera par point des sections horizontales continues à côte ronde, qui devront se rattacher, par leur 2^e extrémités à des points de canevas. La longueur des sections comprises entre ces points ne devra pas excéder un grand maximum

2500 à 3000 m. Quand on aura reconnu que leur écart de fermeture est admissible, on aura soin de répartir cet écart et l'on marquera par de gros points noirs tous les points de terminaison.

Ces sections seront choisies d'abord vers le haut et le bas des pentes qui présenteront dans leur forme une continuité telle que les intermédiaires puissent être intercalés à vue sans hésitation.

Il convient généralement que ces courbes levées aient respectivement pour dénivellée 2^m50, 5^m0, 10^m0, 15^m0, 20^m0 et 40^m0.

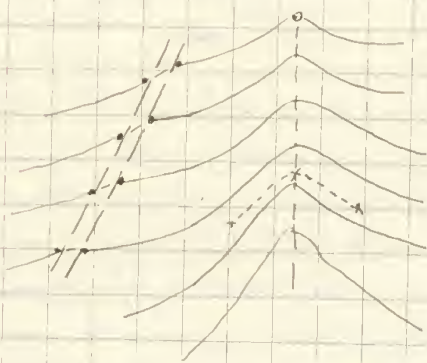
Lorsque les pentes sont inférieures à $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{32}$ valeur pour lesquelles

les sections horizontales à l'équidistance métrique de la carte (5m) sont des écartement successif de 32 mm, 16 mm, 8 mm, 8 mm, 4 mm, et 1 mm.

En d'autres termes l'écartement graphique convenable des courbes levées est, en général, d'un centimètre $\frac{1}{2}$ au moins.

Amorce des sections horizontales

Quand le terrain ne se prêtera pas à ce levé direct des sections horizontales on multipliera les profils dirigés suivant la pente, et on les accompagnera d'amorce de sections horizontales établies



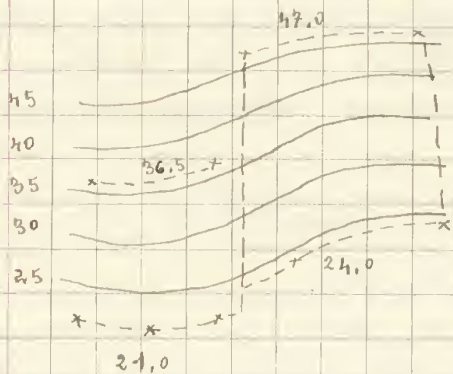
dans les mêmes conditions d'écartement que les sections continues; il n'est pas indispensable que ces amorces soient à côté recte; mais quand elles seront à côté cote arbitraire on les destinera en fin de levé entre les gros points qui marqueront les points de terminaison et on insérera les cotes sur le dessin.

Ces profils devront être d'autant plus rapprochés que les amorces seront plus courtes car les extrémités opposées d'amorce issues de 2 profils consécutifs devront s'arrêter à peu de distance d'une même ligne de plus grande pente.

Parmi ces amorces on doit considérer comme ayant une importance majeure celles qui traversent les lignes de plus forte courbure; il importe de définir très correctement leur forme en choisissant convenablement la station de la planchette et la hauteur de mire et en levant d'autant plus les points que le rayon de courbure est plus petit.

Créer à suivre dans le figure du terrain.

Pour exécuter le figure du terrain, on commence par marquer à l'encre, par de gros points les points déterminés par les cheminement. Puis, on inscrit à côté



en caractère filiforme, en nég l'équivalent des centimètres, mais en forcé d'une unité les décimètres quand le nombre des cm est 5 ou plus grand que 5, et en dispo-
sant cette côte de telle sorte qu'elle ne s'embrouille pas avec le détail du plan,

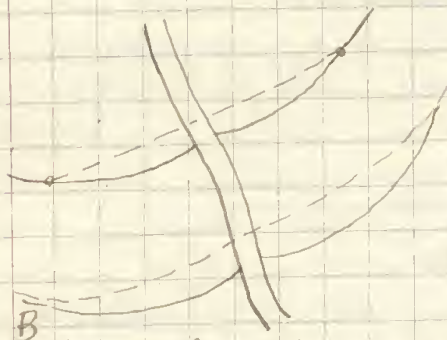
détail déjà dessiné. Ensuite on interpole des points à coteronde sur tout ceint des côtes du canevas dont la pente est uniforme. C'est après ce préparatif qu'on procède au levé des éléments complémentaires du figure, savoir des profils et des sections ou amorces de sections. Lorsque ces opérations complémentaires sont achevées si on estime qu'en le 2 de ces amorces dont les altitudes sont différentes la pente du terrain est uniforme, on trace à vue, sur le dessin entre ces amorces, quelques profils auxiliaires sur lesquels on interpole des points à coteronde. Enfin on trace par les différents points à même côte des sections horizontales en modifiant progressivement leurs formes pour les plier aux allures des portions qui ont été déterminées par points.

Terrains modifiés par les voies de communication

Les voies de communication sont généralement en déblai ou en remblai et forme sur la surface primitivement continue du terrain des tranchées ou des chaussées d'une faible largeur. Il faut avoir égard à cette circonstance si l'on veut éviter des fautes grossières dans le tracé des sections ou au-



ra donc soin d'estimer la hauteur des remblais ou la profondeur des déblais pour en conclure la cote correspondant sur la même verticale au terrain primitif et l'on se servira de la cote ainsi corrigée pour donner à la courbe horizontale l'allure qui lui convient aux abords des chemins. En négligeant cette précaution et se servant des côtes rondes déduites des cheminement fait sur les voies de communication, on arriverait à des tracés complètement faux. Ainsi, pour un tender où la dépression serait seulement de $0^m,50$ dépression raccordée avec le sol par des glais de 1 mètre à 4 mètres d'épaisseur on arriverait au tracé des lignes ponctuées BCB' au lieu de $BACA'B'$ qui correspondent aux sections vraies.



On ne saurait trop insister, sur ce que, pour tracer les sections horizontales, sur tout dans les terrains à pente douce, il ne faut jamais utiliser sans correction les côtes déduites des cheminement fait sur les voies de communication;

Ces voies sont presque toujours en deblais ou en remblais quoique souvent cela ne soit pas appréciable au fer alors quand le terrain primitif est raccordé avec la voie par des glacis de plusieurs mètres de largeur.

Soit des formes du terrain

En suivant la méthode qu'on vient de lire on arrivera naturellement à définir d'une manière convenable le relief du terrain.

Cette définition, pour être parfaite, exigera plus ou moins d'opérations suivant l'aptitude et le coup d'œil des opérateurs, ceux-ci constateront facilement, en commençant, que, pour exécuter un modèle correct, ils auront fait souvent des opérations superflues et il en viendra ensuite à diriger leur travail de manière à ne faire que le nombre d'opérations indispensables.

On a trouvé des terrains, ceux qui sont couverts de bois par exemple, dans lesquels cette méthode géométrique ne sera que partiellement applicable. Alors ils seront formés de hautes sections en partie au sentiment, à l'estime et ils devront se laisser guider par les bois qui registrent les formes du terrain, nous devons en signaler celle qui sont le plus souvent applicable dans les terrains stratifiés surtout et non bouleversés les formes du sol ayant été modelées par les actions érosives de l'eau satisfaisant au moins dans leurs traits généraux à certaines lois dont quelques-unes et les plus importantes vont être signalées sans doute, et soit présentant des exceptions mais même alors la comparaison des formes qu'elles indiquent avec les formes

réelles aidera à bien comprendre ces dernières et à donner à leur représentation le cachet de la vérité.

Surfaces planoïdales et leurs raccords

principalement dans les terrains stratifiés on constate que la surface se compose de filons plus ou moins ondulés, dont les intersections sont remplacées par des surfaces en formes de cylindres et de cônes. De sorte que les sections horizontales se composent de portions non pas rigoureusement rectilignes mais tout simplement voisines de la rectilignité et raccordées entre elles par des courbes dont la courbure est très prononcée (fig. I)



Fig. I



Fig. II

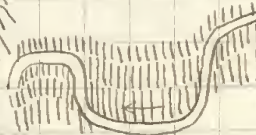


Fig. III

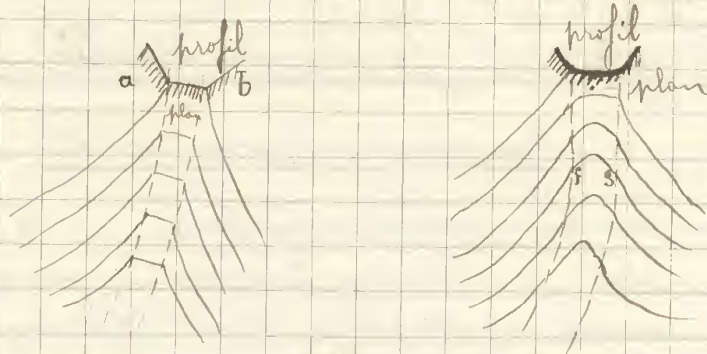
Des formes coniques se rencontrent surtout dans les talus d'éboulement (pente 35° ou 40°) fig. II et dans les cirques d'érosion 10° la 10° dans certains vallons. fig. III.

Pente des berges et des vallons.

Dans les terrains de composition une forme, et pour que les vallons qui ont été modelés par des actions érosives de même nature, les pentes des flancs ou versants ont souvent la même valeur moyenne. Cette inclinaison est en rapport avec la nature du terrain, raide dans les terrains solides plus ou moins douce dans les terrains argileux ou marneux.

(Les exceptions à cette règle proviennent le plus souvent de ce que des érosions récentes ou encore actives, non pas parvenues au sol de prendre la pente d'équilibre stable.)

Fond des vallons.



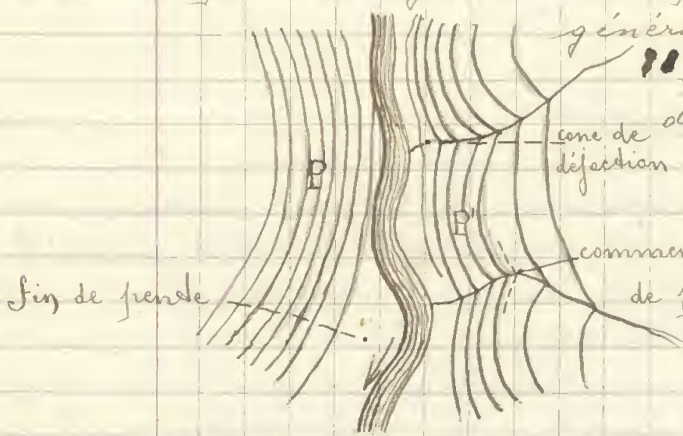
On peut, le plus souvent, considérer les flancs d'un vallon comme 2 surfaces plans inclinées qui primitivement se seraient coupées en formant une gouttière àigue dont le fond aurait semblé ultérieurement par des alluvions (figure) il importe extrêmement pour dessiner un vallon de tracer au crayon les 2 lignes de fin de pente qui forme le pied de ces berbes (a b) de mesurer la pente de ces lignes au du thalweg, pente que l'on estime presque toujours trop faible; Les sections horizontales des berges doivent être sensiblement rectilignes et parallèles entre elles. Jusqu'à ces lignes de fin de pente à partir desquelles elle change de direction soit brusquement lorsque le vallon est à fond plat soit graduellement quand le fond est concave. Dans ce dernier cas, pour donner aux sections la forme convexe, il importe de filer les sections ou au moins de se rendre compte du nombre de mètres dont le thalweg est au dessus des lignes de fin de pente afin de placer les sommets S, S', S'' des courbes en regard des points f, f', f'' dont les cotes excèdent d'une quantité égale à la dénivellation du

thalwegs les côtes des courbes que l'on trace.

Confluent des vallons

Continuité des flancs des vallées

Pris du confluent d'un vallon dans une vallée, les flancs de ces accidents du sol se coupent suivant des arêtes A et A', qui ont été plus ou moins arrondies par les agents atmosphériques, mais dont on reconnaît généralement l'existence quand on se



proste en B sur la berge opposée de la vallée, pour observer le débouché du vallon sous un éclairage convenable (rayons solaires très rasants pour l'un des flancs; Dans ces mêmes condi-

sions on reconnaît généralement que les surfaces planétaires P et P' de la berge de la vallée principale, se font suite, comme si le vallon avait été entaillé après coup à travers une surface continue. On reconnaît encore généralement que les petites gouttières tel que G. n'interrompent cette continuité que dans une étendue très restreinte, que l'on peut alors estimer ou mesurer. La constatation de cet fait permet de modeler à l'aide le flanc de la vallée principale par des sections horizontales continues sans avoir égard à ces accidents locaux, que l'on ne distingue qu'après coup, avec leur forme et leur dimension réelle sous cette précaution, on est presque toujours tenté de leur exagérer l'importance.

Commencement des pentes

Les flancs à pente raide des vallées et des vallons coupe souvent la surface des plateaux suivant des lignes de commencement de pente, arrêtes plus ou moins adoucies qu'il importe beaucoup de rechercher et d'exprimer sur la carte.

Plateaux

Sur les plateaux plus ou moins ondulés, les formes des sections horizontales les plus basses se rapprochent de celles des flancs des vallons et elles se modifient peu à peu à mesure qu'elle s'élèvent en arrondissant plus en plus leurs faîtes mais en conservant généralement des formes analogues à celles des sections les plus basses.

Sur ces plateaux, l'origine de certain vallon V s'épanouit parfois en forme de cône raccordant 2 surfaces planes.

Point de partage

Entellement.

Quand on monte le long d'une ligne de fil d'eau d'une vallée on finit par arriver à un point culminant P. qui fait partie d'une ligne de faîte, ce point culminant est un

point de partage pour les Thalwegs qui descendent
sur les 2 versants opposés
en ce point la surface du sol
présente la forme d'une selle ;
c'est un entellement (col).
Si on imagine des sections ho-
rizontales qui passent par le
point de partage, c'est des sections
ont généralement des formes à
peu près rectilignes qui se coupent
franchement en P.

Les sections déterminées par
les surfaces de niveaux supérieures
ou inférieures à ce point de partage s'attachent
dans les premières comme des hyperboles dans leur asymptote.
De sorte qu'elles ont des formes d'autant plus en-
guleuses que leur côté s'approche et s'approche d'avanta-
ge de celle du point P. Il importe beaucoup,
pour exprimer correctement un entellement,
de tracer des horizontales asymptotiques approxima-
tivement au craspon.

Pays boisés.

Dans les pays boisés outre les che-
mins qui les traversent et qu'on doit lever on
peut généralement suivre les vallons principaux,
déterminer des côtes dans leurs Thalwegs et me-
surer la pente de leurs flancs dans les parties
où les broussailles sont plus clairsemées. On
peut encore souvent déterminer des côtes sur les
sommets de ces flancs, en se portant dans les
clairières et en opérant par relèvement on
peut même parfois, à défaut d'autres moyens
plus précis, déterminer approximativement, par
intersection, les positions et les côtes des som-
mits, en visitant, des stations situées à peu près
à leur hauteur, les points culminant de leur silhouette.

on a ainsi des côtes appartenant aux cimes des ar-
bres; on les diminue de la hauteur estimée de
ceux-ci. Des points culminants du terrain on dé-
duit, à l'estime, la ligne de faite et les cols
puis les thalwegs que l'on a pas pu suivre,
mais dont on a reconnu quelques points en-
fin on achève le modelé dont l'ordre que
nous allons indiquer et en se guidant sur les
silhouettes du terrain que l'on a pu voir
de plants élevés.

Ordre à suivre dans le modelé à vue.

L'ordre de l'exposition que nous avons
vu plus haut est aussi l'ordre que l'on doit
suivre pour exécuter à vue le modelé du
terrain quand on a pas pu le détermi-
ner géométriquement. Il faut donc:

- 1° tracer les pieds et les sommets des flancs des vallons et
des vallées y esquisser des points à côte ronde et mo-
deler les flancs par des sections continues en né-
gligeant d'abord des accidents locaux que l'on expri-
mera plus tard;
- 2° Modeler les fonds des vallons.
- 3° Raccorder, par des arrondissements d'un rayon
convenable les sections des flancs qui appar-
tiennent à des vallons d'ordre différent.
- 4° Modeler les plateaux et l'origine des petits
vallons qui y prennent naissance.
- 5° Exprimer les cols qui dépriment les lignes de
faite à l'origine de certain vallon ainsi que les
sommets sur lesquels passent ces lignes de
portage.

En général avant de modeler une por-
tie du terrain on s'achève de se porter suc-
cessivement sur plusieurs points d'où l'on peut

44. avoir une vue d'ensemble sous différents aspects.
Le tracé des courbes doit être préparé amorcé et arrêté
que sur le terrain à la vue des formes à représen-
ter et non pas au bureau. (Voir les figures 2 et 3)
pour se faire une idée des déficiences auxquelles
un topographe inexpérimenté est exposé faute
d'observer les recommandations faites ci-dessus
et à cause surtout des illusions visuelles pro-
venant des effets de perspectives de contraste
et d'éclairage.

Transformation Des signes conventionnels dans les cas complexes

Il peut arriver, en certains endroits que la place dont on dispose sur le papier ne soit pas suffisante pour représenter avec leurs dimensions conventionnelles tous les objets qui se trouvent juxtaposés sur une surface déterminée du terrain. On est alors conduit à mettre à son emplacement exact, soit l'objet le plus voisin du centre de la surface considérée lorsque les divers objets sont d'importance équivalente le plus important dans le cas contraire on procédant ainsi on déplace de proche en proche les objets les plus éloignés de celui qui a été placé dans sa position exacte en sorte que la surface correspondante au groupe de ces objets se trouve dilatée.

La dilatation maxima ne doit pas dépasser, en principe, 3 mm pour les groupes les plus importants. L'objet juxtaposé; N, d'ailleurs, il faut toujours s'efforcer de s'éloigner le plus possible de ce maximum, tant soit fait que la clarté des conventions du dessin soit compromise. Pour obtenir ces résultats on recourra aux moyens suivants soit séparément, soit même simultanément si cela est nécessaire ;

1^o Commencer par réduire à un minimum de 4 dixièmes l'intervalle entre les traits du signe figurant les objets contigus.

2^o Si cela ne suffit pas rendre filiformes les traits des voies ferrées et les différents traits forts, puis réduire à un minimum de :

à 1 mm les signes figurant les constructions.

à 1 mm l'écartement des traits figurant les

routes, chemins, cours d'eau et canaux.

3^e Enfin en cas de nécessité, procéder à une généralisation rationnelle des objets par la suppression des moins importants, l'ordre est le suivant pour cette suppression d'après l'ordre ci-dessous.

- a) arbres bordant les routes, chemins, cours d'eau et canaux.
- b) talus et escarpement de peu d'importance bordant les routes, chemins, cours d'eau et canaux.
- c) clôtures, fossés,
- d) cultures de petite étendue.
- e) étang, mare, carrière de petites dimensions.
- f) bâtiments secondaire d'un groupe de constructions.
- g) bâtiments isolés de peu d'importance.
- h) sentiers.
- i) chemins de halage.
- j) chemins.
- k) pont, pontons, passerelle, pont de petite dimension.
- l) digues, aqueduc.
- m) cours d'eau de moins de 5 m de large et petits canaux.

~~~~~